



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC 144542

**PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN DESA
SINDUREJO - DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG PROVINSI JAWA TIMUR**

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
NRP. 10111714000014

Dosen Pembimbing
IR. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



PROYEK AKHIR TERAPAN- RC 144542

**PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN DESA
SINDUREJO - DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG PROVINSI JAWA TIMUR**

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
NRP. 10111715000014

Dosen Pembimbing
IR. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT- RC 144542

**THE DESIGN OF SOUTHERN TRACK ROAD FOR SINDUREJO
- TUMPAKREJO VILLAGE STA 16+125 - 21+125
MALANG,EAST JAVA**

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
NRP. 10111715000014

CONSELOR
IR. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

Diploma IV Civil Engineering Extension
Vocational Faculty
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

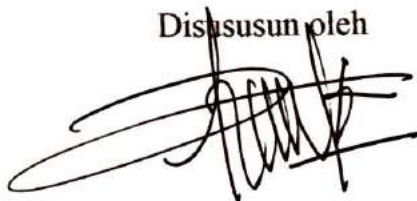
**PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN
DESA SINDUREJO – DESA TUMPAKREJO STA 16+125 –
STA 21+125 KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan
pada
Program Studi D-IV Jurusan Infrastruktur Teknik Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Surabaya, 16 Juli 2018

Disusun oleh



Yayang Dherika Rachmania
10111715000014

Mengetahui,


Dosen Pembimbing

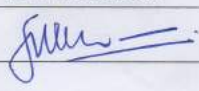


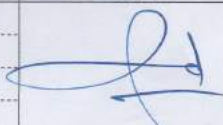
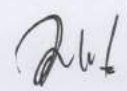
17 JUL 2018


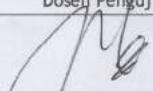
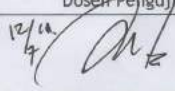
Salihah Arifin, M. Eng

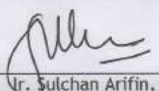
NIP. 19571119 198503 1 001

	BERITA ACARA TUGAS AKHIR TERAPAN PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI ITS	No. Agenda : 041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018
		Tanggal : 06/07/2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo - Desa Tumpakrejo STA 16+125 - STA 21+125 Kab. Malang Jatim		
Nama Mahasiswa	Yayang Dherika Rachmania	NRP	10111715000014
Dosen Pembimbing 1	Ir. Sulchan Arifin, M.Eng NIP 19571119 198503 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
① Beri komentar untuk galian - himbunan yang himpang? ✓	 Dr. Machsus, ST.MT NIP 19730914 200501 1 002
① Penggambaran diperbaiki kebalik tipis; grid koordinat ✓ ① Penjelasan please pd LH dan LV ✓ ① Baku grafik peninjauan tiap kendaraan ✓ ① Penjelasan perencanaan drainage → groy? ✓ ① Daftar pustaka diperbaiki ✓	 M. Khoiri, ST. MT. PhD NIP 19740626 200312 1 001
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1  Dr. Machsus, ST.MT NIP 19730914 200501 1 002	Dosen Penguji 2  Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	Dosen Penguji 3  M. Khoiri, ST. MT. PhD NIP 19740626 200312 1 001	Dosen Penguji 4 NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1  Ir. Sulchan Arifin, M.Eng	Dosen Pembimbing 2



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama

: 1 XAYANG DHERIKA R. 2

NRP

: 1 1101715000014 2

Judul Tugas Akhir

: PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN
DESA SINDU REJO - DESA TUMPAHREJO STA 16+125 - STA
21+125. KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR

Dosen Pembimbing

: Ir. Sulchan Arifin, M. Eng

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	2 Mei 2018	- Buat tabel perbandingan Alternatif jalan.				
		- Tentukan jenis medan		B	C	K
		- Buat potongan menanggapi trase		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2		- Tentukan STA alinyemen horizontal				
2	17 Mei 2018	• Tentukan STA Alinyemen vertikal				
		• Hitung Alinyemen Horizontal dan alinyemen vertikal		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Gambar alinyemen horizontal dan diagram seperseksi, vertikal				
3	6 Juni 2018	• Cek kelengkapan data		B	C	K
		- Hitung tebal perkerasan		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- lengkapi laporan				
4	7 Juni 2018	• Hitung Drainase				
		• Hitung penampang drainase		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Hitung RAB				
5		- Buat gambar potongan melintang dengan drainase				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Terlambat dari jadwal

PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO - DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D 21+125 KABUPATEN MALANG PROVINSI JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Yayang Dherika Rachmania
NRP : 10111715000014
Jurusan :D-IV Infrastruktur Teknik Sipil FV ITS
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Sulchan Arifin, M. Eng
NIP : 19571119 198503 1 001

Abstrak

Indonesia adalah negara yang sedang berkembang di berbagai bidang, seperti ekonomi, pendidikan, budaya dan lain-lain. Sehubungan dengan perkembangan tersebut, pemerintah melakukan pengembangan daerah di wilayah Selatan Pulau Jawa dengan membangun jalan jalur lintas selatan Pulau Jawa yang nantinya akan menghubungkan Provinsi Jawa Barat – Jawa Timur.

Proyek pembangunan jalan jalur lintas selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo ini adalah salah satu upaya untuk menghidupkan dan memperkenalkan jalur lintas selatan yang menjadi salah satu program pemerintah. Jalan ini akan dilalui berbagai golongan kendaraan, sehingga dibutuhkan perencanaan geometrik yang tepat agar pengguna aman dan nyaman, serta kemudahan - kemudahan akses menuju Kabupaten Blitar dengan memperpendek jarak tempuh dengan nyaman yang pada akhirnya akan dapat meningkatkan/melancarkan taraf hidup masyarakat dan mempercepat laju pertumbuhan perekonomian wilayah tersebut.

Dalam tugas akhir ini perencananan geometrik jalan menggunakan literatur tata cara perencanaan jalan antar kota tahun 1997, perhitungan analisis kapasitas jalan dengan metode Manual kapasitas Jalan Indonesia(MKJI) 1997 jalan perkotaan,

perencanaan tebal perkerasan struktur perkerasan lentur dengan menggunakan metode SNI 1723-1989-F sesuai petunjuk DPU Bina Marga dalam buku Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur oleh Silvia Sukirman, perencanaan saluran tepi jalan (drainase) berdasarkan SNI 03-3424-1994, perhitungan dimensi dinding penahan menggunakan literatur Braja M Das, Mekanika Tanah 1994, perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan Standard Satuan Harga Dasar Konstruksi Tahun 2017 dan Analisis Harga Satuan pekerjaan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur Tahun 2016.

Hasil perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo STA 16+125 s/d 21+125 didapat alinyemen geometrik pegunungan dengan lebar jalan 7 meter dan bahu jalan 2 meter. Ruas jalan ini membutuhkan lapis perkerasan AC-WC sebesar 5 cm dan lapis perkerasan AC-BC sebesar 7 cm. Perencanaan saluran tepi (drainase) berbentuk trapesium menggunakan bahan dari pasangan batu kali. Saluran tepi (drainase) menggunakan lebar dasar saluran sebesar 0,5 – 1,1 meter dan tinggi saluran 0,7 – 1,3 meter. Total estimasi biaya Rp. 73.713.187.000,- Terbilang : ***“Tujuh Puluh Tiga Milyar Tujuh Ratus Tiga Belas Juta Seratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Rupiah”***

Kata kunci : Perencanaan Jalan, Tebal Perkerasan, Dimensi Saluran, RAB

THE DESIGN OF SOUTHERN TRACK ROAD FOR SINDUREJO - TUMPAKREJO VILLAGE FROM STA 16+125 TO 21+125 MALANG, EAST JAVA

Student Name : Yayang Dherika Rachmania
NRP : 10111715000014
Department : D-IV Of Civil Engineering Extension
FV ITS
Supervisor 1 : Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP : 19541002 198512 1 001
Supervisor 2 : Ir. Sulchan Arifin, M. Eng
NIP : 19571119 198503 1 001

Abstract

Indonesia is a country which has been developed in many sectors like economy, education, culture, etc. Due to those developments, the government does the area development on southern Java. They build the southern track road which later would connect West Java and East Java.

The construction planning of this road which located in East Java province area, precisely in Malang city, needs the proper vertical and horizontal alignments to accelerate the traffic also to accelerate the access to Blitar city with shortened the distance conveniently. As a consequence, it would increase standard of living of the citizens and also to increase the economic development in the area.

This final project concentrates on designing the road geometric based on the intercity-road planning procedure in 1997, the assessment to road capacity analysis with 'Manual Kapasitas Jalan Indonesia' (MKJI) methods in 1997. The design of flexible pavement thickness using SNI 1723-1989-F methods based on DPU Bina Marga, etc.

The result of the southern track road design of Sindurejo – Tumpakrejo village from STA 16+125 to 21+125 is the geometric alignments on mountain area were 7 meters road width, and side

road were 2 meters. The road needs the AC-WC pavements of 5 cm and AC-BC pavements of 7 cm. The form of drainage is a trapezoidal using river stone. The base of drainage width is 0.5 – 1.1 meters and the height is 0,7 – 1,3 meters. The total of cost estimation is Rp 73.713.187.000 (seventy three billion and seven hundred and thirteen million and one hundred and eighty seven thousand rupiahs)

Keywords : Road Design, Pavement thickness, Drainage dimension, BoQ

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir Terapan ini dengan judul “ *Perencanaan Jalan Jalur Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo STA 16+125 - 21+125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur*”.

Proyek Akhir Terapan ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Lanjut jenjang Diploma IV Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Proyek Akhir Terapan ini adalah agar mahasiswa dapat mengetahui langkah kerja dari perencanaan jalan dalam suatu proyek dan dapat mengaplikasikan secara langsung di lapangan.

Tersusunnya laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sulchan Arifin, M. Eng selaku dosen pembimbing Proyek Akhir Terapan penulis.
2. Orang Tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara moril dan materil yang tak terhingga pada kami.
3. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan laporan Proyek Akhir Terapan ini, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan Proyek Akhir Terapan ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun penulis nantikan dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Proyek Akhir Terapan ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 16 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	
Abstrak	
Kata Pengantar	
Daftar Isi	i
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Umum	1
1.2	Latar Belakang	1
1.3	Rumusan Masalah	2
1.4	Tujuan	3
1.5	Batasan Masalah	3
1.6	Manfaat	3
1.7	Peta Lokasi	4
1.8	Uraian Kondisi Eksisting Jalan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Umum	7
2.2	Klasifikasi Jalan	7
2.3	Rencana Geometrik Jalan	8
2.3.1	Kecepatan Rencana	9
2.3.2	Alinyemen Horizontal	10
2.2.3	Alinyemen Vertikal	27
2.4	Analisis Kapasitas Jalan	31
2.5	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan	37
2.5.1	Umur Rencana	38
2.5.2	Menentukan Korelasi DDT (Daya Dukung Tanah Dasar) dan CBR (California Bearing Ratio)	39
2.5.3	Penentuan Jumlah Jalur Rencana Berdasarkan Lebar Perkerasan	40

2.5.4	Menentukan Angka Ekuivalen (E)	41
2.5.5	Menentukan LHR.....	44
2.5.6	Penentuan Faktor Regional	45
2.5.7	Lintas Ekuivalen	46
2.5.8	Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	47
2.5.9	Indeks Permukaan (IP).....	50
2.5.10	Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif	51
2.5.11	Menentukan Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	54
2.6	Perencanaan Drainase untuk Saluran tepi	55
2.6.1	Analisi hidrologi	56
2.6.2	Dimensi Saluran Drainase	65
2.7	Rencana Anggaran Biaya	70
2.7.1	Volume Pekerjaan	70

BAB III METODOLOGI

3.1	Tinjauan Umum	73
3.2	Penjelasan Bagan Alir	73
3.2.1	Persiapan	73
3.2.2	Pengumpulan Data	73
3.2.3	Analisis Data.....	75
3.2.4	Gambar Perencanaan.....	75
3.2.5	Rencana Anggaran Biaya	75
3.2.6	Kesimpulan dan Saran.....	75

BAB IV DATA PERENCANAAN

4.1	Data Perencanaan	77
4.1.1	Foto Lokasi Eksisting.....	77
4.1.2	Prosentase Pengalihan ke Route baru.....	78
4.1.3	Peta Topografi.....	78
4.1.4	Data Lalu Lintas.....	78
4.1.5	Data CBR Tanah Dasar	79
4.1.6	Data Kependudukan	79
4.1.7	Data PDRB	80

4.1.8	Data Curah Hujan	81
4.2	Pengolahan Data	82
4.2.1	Pengolahan Data Kependudukan.....	82
4.2.2	Pengolahan Data PDRB	82
4.2.3	Pengolahan Data Lalu Lintas	83
4.2.4	Pengolahan Data Curah Hujan	86

BAB V PERENCANAAN GEOMETRIK

5.1	Dasar Perencanaan Jalan	89
5.1.1	Penampang Melintang Jalan.....	89
5.2	Perencanaan Geometrik	89
5.2.1	Perencanaan Trase Jalan	89
5.2.2	Pemilihan Alternatif Trase Jalan	89
5.2.3	Kondisi Medan.....	92
5.2.4	Data Perencanaan Alintemen Horisontal.....	95
5.2.5	Perhitungan Alinyemen Horisontal	95
5.2.6	Perhitungan Alinyemen Vertikal	129
5.3	Analisis kapasitas Ruas jalan Antar Kota.....	154
5.4	Perencanaan Ekvivalen Beban Sumbu	157
5.5	Perhitungan Tebal Perkerasan	164
5.5.1	Penentuan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	164
5.5.2	Perhitungan Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP).....	165
5.5.3	Perhitungan Lintas Ekvivalen Akhir (LEA)	166
5.5.4	Perhitungan Lintas Ekvivalen Tengah (LET)..	167
5.5.5	Perhitungan Lintas Ekvivalen Rencana (LER).....	167
5.5.6	Penentuan Faktor Regional	167
5.5.7	Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IP_0).....	168
5.5.8	Penentuan I_{pt}	168
5.5.9	Menentukan Nilai DDT dan \overline{ITP}	168
5.5.10	Rencana Perkerasan Lentur	170
5.6	Perencanaan Drainase	171

5.7	Rencana Anggaran Biaya	180
5.7.1	Perhitungan Volume Pekerjaan	181
5.7.2	Harga Satuan Dasar	190
5.7.3	Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan	196
5.7.4	Rekapitulasi Rencana Biaya Anggaran Biaya	203

BAB VI METODE PELAKSANAAN

6.1	Pekerjaan Pendahuluan	205
6.2	Drainase	207
6.3	Pekerjaan Tanah	207
6.4	perkerasan	210
6.5	Pasangan Batu	211

BAB VII KESIMPULAN

7.1	Kesimpulan	247
17.2	Saran	248

Daftar Pustaka

Biodata Penulis

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penentuan Lebar Jalur dan bahu jalan.....	8
Tabel 2.2	Kecepatan Rencana (V_R) sesuai dengan Fungsi dan klasifikasi Jalan	9
Tabel 2.3	Besar R Minimum dan D Maksimum untuk Beberapa Kecepatan rencana	11
Tabel 2.4	Besar p^* dan k^*	17
Tabel 2.5	Jarak Pandang Henti (J_h)	23
Tabel 2.6	Pelebaran Jalan di Tikungan per – Lajur (m)	24
Tabel 2.7	Kelandaian Maksimum yang Diizinkan.....	27
Tabel 2.8	Panjang Kritis (m)	28
Tabel 2.9	Nilai Kapasitas Dasar Berdasarkan Tipe Jalan	33
Tabel 2.10	Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pengaruh Lebar Lajur Lalu Lintas Jalan Luar Kota (FC_w).....	33
Tabel 2.11	Faktor Penyesuaian Kapasitas Pemisah Arah (FC_{SP})	34
Tabel 2.12	Faktor Penyesuaian untuk hambatan samping (Side Friction) dan Bahu Jalan (FC_{SF})	35
Tabel 2.13	Tipe Alinyemen Berdasarkan Tipe Lengkung	36
Tabel 2.14	EMP untuk Jalan 2/2 UD.....	37
Tabel 2.15	Jumlah Lajur Kendaraan.....	40
Tabel 2.16	Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	41
Tabel 2.17	Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan	42
Tabel 2.18	Distribusi Beban Sumbu	44
Tabel 2.19	Faktor Regional	46

Tabel 2.20	Jumlah Jalur Kendaraan	49
Tabel 2.21	Koefisien Distribusi Kendaraan.....	49
Tabel 2.22	Indeks Permukaan pada awal Umur Rencana (IP_0)	50
Tabel 2.23	Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP_i)	51
Tabel 2.24	Koefisien Kekuatan Relatif	52
Tabel 2.25	Lapis Pondasi	53
Tabel 2.26	Kemiringan Melintang Jalan dan Bahu Jalan	55
Tabel 2.27	Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material.....	56
Tabel 2.28	Variasi Y_t	58
Tabel 2.29	Nilai Y_n	59
Tabel 2.30	Nilai S_n	59
Tabel 2.31	Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dengan Koefisien Hambatan.....	61
Tabel 2.32	Kecepatan Aliran yang diizinkan Berdasarkan Jenis Material	62
Tabel 2.33	Hubungan Kondisi Permukaan tanah dan koefisien Pengaliran	64
Tabel 2.34	Harga n untuk Rumus Manning.....	68
Tabel 4.1	Rekapitulasi Data Lalu lintas tahun 2014 ...	79
Tabel 4.2	Data Jumlah Penduduk Kabupaten Malang	80
Tabel 4.3	Data PDRB Pendapatan per Kapita atas Dasar harga Konstan Kab. Malang	80
Tabel 4.4	Data PDRB Berdasarkan Pertumbuhan Ekonomi atas Dasar Harga Konstan Kab. Malang	81
Tabel 4.5	Data Curah Hujan.....	81

Tabel 4.6	Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum.....	82
Tabel 4.7	Prosentase PertumbuhanKendaraan Pribadi	83
Tabel 4.8	Prosentase Pertumbuhan KendaraanTruk	83
Tabel 4.9	Konversi dari Kendaraan per Jam menjadi Kendaraan per Hari	84
Tabel 4.10	Pertumbuhan Kendaraan per Tahun	84
Tabel 4.11	Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas	86
Tabel 4.12	Perhitungan Data Curah hujan	86
Tabel 5.1	Rekapitulasi Kriteria Penilaian	90
Tabel 5.2	Rekapitulais Hasil <i>Scoring</i>	91
Tabel 5.3	Rekapitulasi Kemiringan Medan	93
Tabel 5.4	Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal	127
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan pada Tikungan dan Pelebaran di Tikungan dalam meter.....	128
Tabel 5.6	Hasil PerhitunganAlinyemen Vertikal	153
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Q pada Tahun 2020	155
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Q pada Tahun 2025	155
Tabel 5.9	Hasil perhitungan Q pada Tahun 2026	156
Tabel 5.10	Hasil perhitungan DS	156
Tabel 5.11	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Angka Ekivalen (E).....	164
Tabel 5.12	Nilai C kendaraan	164
Tabel 5.13	Perhitungan nilai LEP.....	165
Tabel 5.14	Perhitungan Nilai LEA	166
Tabel 5.15	Data Jenis Material yang Digunakan	171
Tabel 5.16	Metode Trial and Error	175

Tabel 5.17	Hasil perhitungan Debit.....	178
Tabel 5.18	Hasil perhitungan kontrol dimensi saluran .	179
Tabel 5.19	Rekap dimensi saluran.....	180
Tabel 5.20	Volume galian m ³	182
Tabel 5.21	Volume timbunan.....	184
Tabel 5.22	Volume saluran samping	189
Tabel 5.23	Harga satuan dasar.....	190
Tabel 5.24	Harga satuan bahan	190
Tabel 5.25	Harga sewa alat	194
Tabel 5.26	Rekapitulasi analisa harga satuan pokok kegiatan	195
Tabel 5.27	Rekapitulasi anggaran biaya.....	202

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Pulau Jawa.....	4
Gambar 1.2	Peta Lokasi Perencanaan.....	5
Gambar 1.3	Kondisi Eksisting pada STA 16+175.....	5
Gambar 1.4	Kondisi Eksisting pada STA 19+175.....	6
Gambar 2.1	Tikungan full circle.....	13
Gambar 2.2	Tikungan spiral – circle - spiral.....	14
Gambar 2.3	Tikungan spiral - spiral.....	16
Gambar 2.4	Diagram superelevasi full circle (bina marga).....	19
Gambar 2.5	Diagram superelevasi spiral – circle – Spiral (bina marga).....	19
Gambar 2.6	Diagram superelevasi spiral - spiral (bina marga).....	20
Gambar 2.7	Menentukan komponen untuk daerah Bebas samping.....	21
Gambar 2.8	Diagram ilustrasi daerah kebebasan samping ditikungan ($S < L_t$).....	22
Gambar 2.9	Diagram ilustrasi daerah kebebasan samping ditikungan (SL_t).....	23
Gambar 2.10	Diagram ilustrasi pelebaran ditikungan.....	24
Gambar 2.11	Tikungan gabungan searah.....	26
Gambar 2.12	Tikungan gabungan berbalik arah.....	26
Gambar 2.13	Tikungan vertikal cekung.....	28
Gambar 2.14	Lengkung vertikal cembung.....	31
Gambar 2.15	Grafik penentuan nilai DDT.....	39
Gambar 2.16	Grafik kurva basis.....	60
Gambar 2.17	Kemiringan saluran.....	66
Gambar 2.18	Penampang trapesium.....	68
Gambar 3.1	Bagan Alir Pernyusunan Tugas Akhir.....	76
Gambar 4.1	Dokumentasi Kondisi Eksisting I STA 11+175.....	77

Gambar 4.2	Peta Lokasi.....	78
Gambar 4.3	Hasil plot waktu intensitas	88
Gambar 5.1	Gmbar trase eksisting, alternatif 1, dan Alterntif 2	92
Gambar 5.2	Gambar tikungan 1	99
Gambar 5.3	Gambar tikungan 2.....	102
Gambar 5.4	Gambar tikungan 3.....	105
Gambar 5.5	Gambar tikungan 4.....	108
Gambar 5.6	Gambar tikungan 5.....	111
Gambar 5.7	Gambar tikungan 6.....	114
Gambar 5.8	Gambar tikungan 7.....	117
Gambar 5.9	Gambar tikungan 8.....	120
Gambar 5.10	Gambar tikungan 9.....	123
Gambar 5.11	Gambar tikungan 10.....	126
Gambar 5.12	Parameter lengkungan vetikal	130
Gambar 5.13	Gambar lengkung vertikal cekung PV1 ...	134
Gambar 5.14	Gambar lengkung vertikal cekung PV2 ...	137
Gambar 5.15	Gambar lengkung vertikal cekung PV3 ...	141
Gambar 5.16	Gambar lengkung vertikal cekung PV4 ...	145
Gambar 5.17	Gambar lengkung vertikal cekung PV5 ...	148
Gambar 5.18	Gambar lengkung vertikal cekung PV6 ...	151
Gambar 5.19	Grafik korelasi nilai CBR dan DDT	169
Gambar 5.20	Pehitungan ITP	170
Gambar 5.21	Tebal perkersan hasil perhitungan	171
Gambar 5.22	Ilustrasi kemiringan lapangan	176
Gambar 5.23	Dimensi Saluran tipe 2	176
Gambar 5.24	Ilustrasi tebal lapis pondasi atas	186
Gambar 5.25	Ilustrasi tebal lapis pondasi bawah.....	186
Gambar 5.26	Ilustrasi tebal lapis bahu jalan	187
Gambar 5.27	Ilustrasi tebal AC-WC.....	187
Gambar 5.28	Ilustrasi tebal AC-BC.....	188
Gambar 7.1	Susunan lapisan perkersan	211

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Jalan raya sebagai sarana perhubungan, sehingga lalu lintas harus lancar dan aman yang memenuhi syarat teknis dan ekonomis sesuai fungsi, volume, dan sifat-sifat lalu lintas. Fungsi jalan utama adalah melayani lalu lintas tinggi antara kota-kota penting, sehingga harus direncanakan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Ditinjau dari kelas jalannya, jalan arteri merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.(TPGJAK 1997)

1.2 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia semakin tahun semakin meningkat. Hal tersebut mempengaruhi peningkatan pada taraf ekonomi dan transportasi. Semakin banyak penduduk Indonesia maka semakin meningkat pula arus lalu-lintas karena semakin banyak pengguna kendaraan pribadi. Untuk itu maka diperlukan prasarana yang memadai agar arus lalu-lintas antar daerah menjadi lancar. Untuk mencapai arus lalu-lintas yang lancar dengan jumlah kendaraan yang semakin tahun semakin meningkat maka diperlukan jaringan jalan yang memadai.

Provinsi Jawa Timur selama ini telah dikenal memiliki jaringan jalan di utara dan selatan, namun perkembangan diantara keduanya jauh berbeda. Perbedaan yang paling mencolok adalah jasa angkut barang dan manusia di bagian utara lebih besar karena kapasitas jalan yang lebih memadai. Sedangkan di wilayah selatan prasarana transportasi kurang memadai untuk menunjang pergerakan lalu-lintas, sehingga perkembangan ekonomi di wilayah selatan tidak sepesat perkembangan ekonomi di wilayah utara.

Oleh karena itu perlu diadakannya pemerataan agar perkembangan ekonomi juga merata di seluruh Jawa Timur, baik itu wilayah utara maupun wilayah selatan.

Saat ini sedang dilakukan pemerataan ekonomi di seluruh wilayah Indonesia, sehingga wilayah selatan Jawa Timur yang memiliki potensi menjadi motor perekonomian juga termasuk dalam pemerataan tersebut. Untuk mencapai pemerataan itu maka untuk pengembangan di Jawa Timur difokuskan pada pengembangan kawasan selatan yang diawali dengan dibangunnya Jalur Lintas Selatan (JLS) Jawa Timur melalui 8 kabupaten yaitu Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember, dan Banyuwangi.

Sehubungan dengan masalah tersebut penulis ingin merencanakan jalan baru yang meliputi geometrik jalan, tebal perkerasan, drainase, dan rencana anggaran biaya dengan umur rencana 10 tahun mendatang berdasarkan data-data yang tersedia untuk ditulis dalam Proyek Akhir dengan judul “***Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo STA 16+125 - STA 21+125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur***”.

1.3 Rumusan Masalah

Pada proyek akhir ini terdapat beberapa pokok masalah yang akan terjawab pada bab kesimpulan diantaranya :

1. Bagaimana perencanaan geometrik jalan tersebut ?
2. Berapa ketebalan perkerasan yang dibutuhkan ?
3. Berapa dimensi saluran tepi pada perencanaan ?
4. Berapa anggaran biaya total yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek tersebut ?
5. Bagaimana metode pelaksanaan perkerasan lentur?

1.4 Tujuan

Dari rumusan masalah maka didapatkan tujuan dari proposal proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perencanaan geometrik pada rencana jalan tersebut
2. Mengetahui struktur tebal perkerasan lentur yang diperlukan
3. Mengetahui perencanan dimensi saluran tepi
4. Mengetahui biaya total pembangunan proyek tersebut.
5. Mengetahui metode pelaksanaan perkerasan lentur

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penuulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan geometrik jalan dengan Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota (TPGJAK), 1997.
2. Perencanaan tebal perkerasan jalan dengan menggunakan petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan, SNI 1723-1989-F.
3. Perencanaan saluran tepi jalan (drainase) dengan cara “SNI 03-3424-1994”.
4. Perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan daftar analisis harga satuan dari “Harga Satuan Pokok Kegiatan” tahun 2016.
5. Tidak melakukan pekerjaan uji CBR untuk tanah asli
6. Tidak melaksanakan survei lalu lintas tahun.
7. Tidak membahas pelaksanaan di lapangan.
8. Tidak merencanakan waktu penyelesaian pekerjaan.
9. Tidak membahas masalah jembatan.
10. Tidak merencanakan waktu penyelesaian pekerjaan.

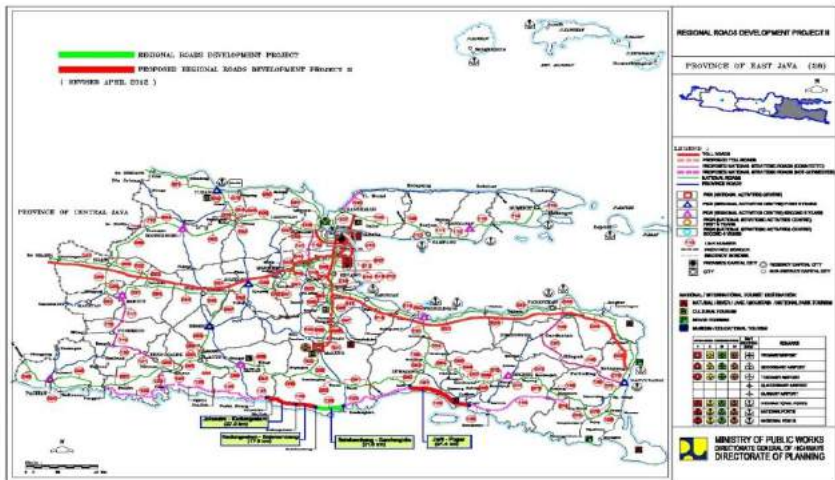
1.6 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini, pembaca disuguhkan masalah tentang perencanaan jalan

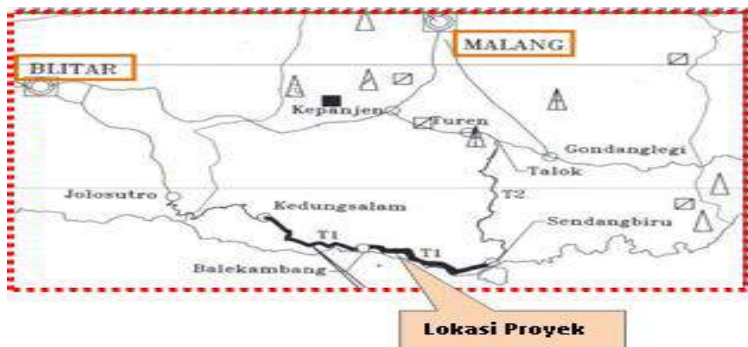
sehingga dapat mengetahui lebih banyak tentang perhitungan perencanaan jalan.

1.7 Peta Lokasi

Lokasi proyek perencanaan ruas Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo STA 16+125 – 21+125 dapat dilihat dari peta lokasi seperti gambar 1.1 dan gambar 1.2



Gambar 1.1 Peta Pulau Jawa



Gambar 1.2 Peta Lokasi Perencanaan

1.8 Uraian Kondisi Eksisting Jalan

Kondisi eksisting Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo berupa tanah asli yang belum ada perkerasannya seperti terlihat pada gambar 1.3 dan gambar 1.4



Gambar 1.3 Kondisi Eksisting pada STA 16+175



Gambar 1.4 Kondisi Eksisting pada STA 19+175

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Dalam perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo STA 16+125 – STA 21+125 Kabupaten Malang menggunakan acuan dasar teori berikut :

1. Perencanaan geometrik jalan pada Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo STA 16+125 – STA 21+125 Kabupaten Malang, dengan menggunakan aturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota, 1997 dan PP No. 34 Tahun 2006”.
2. Analisis kapasitas jalan dengan menggunakan acuan dari “Manual Kapasitas Jalan Indonesia” (MKJI, 1997)
3. Perencanaan tebal perkerasan dengan menggunakan acuan dari petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan, dengan menggunakan Cara Bina Marga, SNI 1723-1989-F.
4. Perencanaan saluran tepi jalan untuk perencanaan drainase permukaan, dengan menggunakan acuan dari “Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan Departemen PU Bina Marga”, SNI 03-3424-1994.
5. Perhitungan rencana anggaran biaya untuk peningkatan jalan ruas Jalan Jolosutro – Sendangiru berdasarkan data sekunder “Harga Satuan Pokok Kegiatan 2013” (HSPK 2013) Kabupaten Malang, Jawa Timur.

2.2. Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK, 1997) jalan memiliki beberapa klasifikasi berdasarkan fungsinya, antara lain :

- Jalan Arteri : Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh,

kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

- **Jalan Kolektor** : Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jalan masuk dibatasi.
- **Jalan Lokal** : Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Klasifikasi fungsi jalan menentukan lebar lajur dan bahu jalan dalam perencanaan jalan. adapun persyaratan ideal lebar lajur dan bahu jalan dijelaskan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
< 3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0
3.000 - 10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001 - 25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**)	**))	-	-	-	-
> 25.000	2n x 3,5*)	2,5	2 x 7,0 *)	2,0	2n x 3,5*)	2,0	**))	**))	-	-	-	-
Keterangan	**) Mengacu pada persyaratan ideal) 2 Lajur terbagi, masing - masing n x 3,5 m ; dimana n = jumlah lajur per jalur tidak ditentukan -											
Sumber : TPGJAK, 1997												

2.3. Rencana Geometrik

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari suatu perencanaan konstruksi jalan, yang meliputi rancangan pola arah dan visualisasi dimensi nyata dari suatu trase jalan beserta bagian-bagiannya, disesuaikan dengan persyaratan parameter pengendara, kendaraan, dan lalu lintas. Perencanaan geometrik secara umum, menyangkut aspek-aspek

perencanaan elemen jalan seperti lebar jalan, tikungan, kelandaian jalan, dan jarak pandang, serta kombinasi dari bagian-bagian tersebut, baik untuk suatu ruas jalan, maupun untuk perlintasan diantara dua atau lebih ruas-ruas jalan. (Konruksi Jalan Raya, 2010)

2.3.1. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (V_R) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan – kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. (Konstruksi Jalan Raya, Geometrik Jalan, 2010). Persyaratan besar kecepatan rencana berdasarkan fungsi dan klasifikasi jalan dijelaskan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kecepatan Rencana (V_R) sesuai dengan fungsi dan klasifikasi jalan

No.	Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R (Km/Jam)		
		Datar	Bukit	Pegunungan
1	Arteri	70 – 120	60 - 80	40 – 70
2	Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 – 50
3	Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30
Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, No. 038/TBM/1997) Hal. 11				

Adapun persyaratan tambahan berdasarkan PP No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan untuk jalan Arteri Sekunder adalah :

1. Jalan Arteri Sejunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas)

2. Jalan Arteri Sekunder mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata – rata.
3. Pada Jalan Arteri Sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
4. Persimpangan sebidang pada jalan arteri sekunder dengan pengaturan tertentu harus dapat memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2)

2.3.2. Alinyemen Horizontal

Menurut Hamirhan Saodang (2004:40) dalam bukunya yang berjudul Konstruksi Jalan Raya buku 1 Geometrik Jalan menyebutkan alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan” yang terdiri dari garis-garis lurus (biasa disebut “tangen”), yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah dengan lengkung peralihan atau busur-busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. Garis lengkung ini berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu (V_r). Radius minimum didapat dengan menggunakan rumus :

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 (e_{maks} + f)} \quad \text{..... Pers. 2.1}$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \quad \text{..... Pers. 2.2}$$

Keterangan :

R_{min} = Jari-jari minimum (meter)

V_R = Kecepatan rencana (km/h)

e_{maks} = Superelevasi maksimum (%)

f = Koefisien gesek, untuk perkerasan lentur

Penggunaan radius minimum yang menghasilkan lengkung tertajam ini sebaiknya dihindarkan dalam suatu pelaksanaan alinyemen horizontal, karena hal ini menimbulkan rasa tidak nyaman bagi pengemudi yang bergerak dengan kecepatan lebih tinggi dari kecepatan rencana. Pada tabel 2.3 dapat dilihat besar R min dan D min untuk beberapa kecepatan rencana dengan menggunakan persamaan.

Tabel 2.3 Besar R Minimum dan D Maksimum untuk Beberapa Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana Km/jam	e maks (m/m')	f maks	R min (perhitungan) (m)	R min Design (m)	D Maks Design (°)
	0,1		47,363	47	30,48
	0,08		51,213	51	28,09
	0,1		75,858	76	18,85
	0,08		82,192	82	17,47
	0,1		112,041	112	12,79
	0,08		121,659	12	11,74
	0,1		156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43
	0,1		209,974	210	6,82
	0,08		29,062	229	6,25
	0,1		280,350	280	5,12
	0,08		307,371	307	4,67
	0,1		366,233	366	3,91
	0,08		403,796	404	3,55
	0,1		470,497	470	3,05
	0,08		522,058	522	2,74
	0,1		596,768	597	2,4
	0,08		666,975	667	2,15

Sumber : *Konstruksi Jalan Raya buku 1 Geometrik Jalan tahun 2004 hal 62*

Alinyemen horizontal terdiri dari tiga komponen yaitu tikungan, superelevasi, dan diagram superelevasi. Berikut adalah pembahasan tentang komponen-komponen tersebut :

A. Tikungan

Tikungan terdiri atas 3 (tiga) bentuk umum, yaitu:

1. *Full Circle*, yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam. Sebagaimana bisa dilihat pada gambar 2.1. perencanaan lengkung Full Circle dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

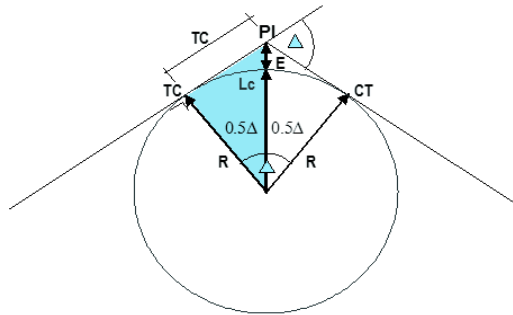
$$T_c = R_c T_g \frac{1}{2} \Delta \quad \text{..... Pers. 2.3}$$

$$E_c = T_c \operatorname{tg} \frac{1}{4} \Delta \quad \text{..... Pers. 2.4}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{180} R_c \quad \text{..... Pers. 2.5}$$

Keterangan:

- PI = Point of Intersection
- α = Sudut tangent (ditetapkan)
- TC = Tangent Circle
- CT = Circle Tangent
- Tc = Jarak TC – PI (dihitung)
- Lc = Jarak lengkung (busur)
- Ec = Jarak PI ke lengkung dengan arah pusat lengkung
- Rc = Jari-jari lengkung minimum

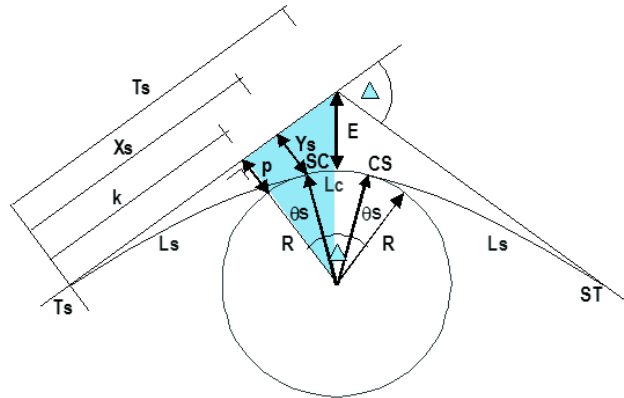


Gambar 2.1 Tikungan *Full Circle*

2. *Spiral – Circle – Spiral*, adalah lengkung peralihan pada tikungan yang digunakan untuk:

- Pengemudi dapat dengan mudah mengikuti jalur yang telah disediakan, tanpa melintasi jalur lain yang berdampingan
- Memungkinkan mengadakan perubahan dari lereng jalan normal ke kemiringan sebesar superlevasi secara berangsur-angsur sesuai dengan gaya sentrifugal yang timbul
- Memungkinkan mengadakan peralihan pelebaran perkerasan yang diperlukan dari jalan lurus kebutuhan lebar perkerasan pada tikungan tajam.
- Menambah keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi, karena mengurangi resiko pengemudi keluar jalur.
- Menambah keindahan dari jalan, menghindari kesan patahan jalan pada batasan bagian lurus dan lengkung busur lingkaran.

Bentuk lengkung spiral-circle-spiral dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 **Tikungan Spiral – Circle - Spiral**

Perhitungan tikungan *spiral-circle-spiral* menggunakan parameter berikut ini :

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c} \quad \dots\dots \text{Pers. 2.6}$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s \quad \dots\dots \text{Pers. 2.7}$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R \quad \dots\dots \text{Pers. 2.8}$$

$$L = L_c + 2L_s \quad \dots\dots \text{Pers. 2.9}$$

$$P = Y - R \times (1 - \cos\theta_s) \quad \dots\dots \text{Pers. 2.10}$$

$$K = X - R \times \sin\theta_s \quad \dots\dots \text{Pers. 2.11}$$

$$E_s = (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c \quad \dots\dots \text{Pers. 2.12}$$

$$T_s = (R_c + p) \tan^{1/2} \Delta + k \quad \dots\dots \text{Pers. 2.13}$$

Keterangan :

X_s = Jarak dari titik TS ke SC

YS= Jarak tengah lurus ke titik SC pada lengkung
 Ls = Panjang lengkung peralihan
 (TS-SC/CS-ST)
 Lc = Panjang busur lingkaran (SC-CS)
 Ts = panjang tangen dari titik PI ke TS
 TS = Titik dari tangen ke spiral
 SC= Titik dari spiral ke lingkaran
 Es = Titik dari spiral ke lingkaran
 Θ_s = Sudut lengkung spiral
 Δ = Sudut tangen (derajat)
 Rc = Jari-jari lingkaran
 p = pergeseran tangen ke spiral
 k = absis dari p pada garis tangen spiral

3. *Spiral-Spiral*, adalah lengkung tanpa busur lingkaran sehingga titik SC berimpit dengan titik CS. Bentuk ini sebenarnya juga bentuk spiral-circle-spiral, hanya panjang $L_c = 0$, sehingga panjangnya tinggal $L_s + L_s = 2 L_s$. Dapat dilihat pada gambar 2.4 perencanaan lengkung Spiral-Spiral dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_s = \frac{\theta_s \pi R}{90} \quad \text{..... Pers. 2.14}$$

$$p = p^* \times L_s \quad \text{..... Pers. 2.15}$$

$$k = k^* \times L_s \quad \text{..... Pers. 2.16}$$

$$T_s = (R_c + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \quad \text{..... Pers. 2.17}$$

$$E_s = (R_c + p) \operatorname{Sec} \frac{1}{2} \Delta + R_c \quad \text{..... Pers. 2.18}$$

Untuk menentukan nilai p^* dan k^* dapat dilihat pada tabel 2.4.

Keterangan :

TS = Tangent Spiral, yaitu titik peralihan dari lurus ke bentuk spiral

ST = Spiral Tangent, yaitu titik peralihan dari spiral ke lurus

PL = Point of Intersection, yaitu titik perpotongan ke dua tangent

L_s = Panjang lengkung spiral

L_c = Panjang lengkung circle/busur lingkaran

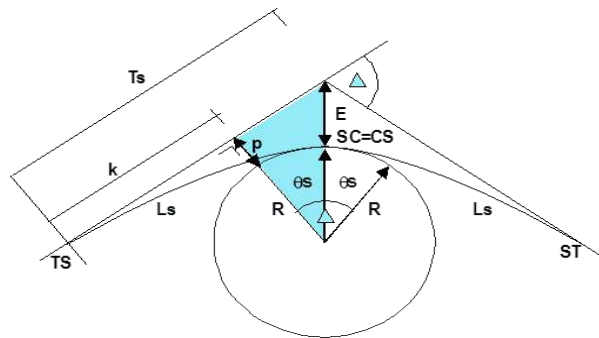
Δ = Sudut perpotongan kedua tangent

Δ_c = Sudut pusat busur lingkaran SC – CS

Θ_s = Sudut yang dibentuk oleh garis singgung pada SC dengan tangent TS – PL atau pada CS dengan ST – PL

P = Pergeseran tangen ke spiral

k = Absis dari p pada garis tangent spiral



Gambar 2.3 Tikungan *Spral - Spiral*

Tabel 2.4 Besaran p^* dan k^*

θ_s	p^*	k^*
0,5	0,0007315	0,4999987
1,0	0,0014631	0,4999949
1,5	0,0021948	0,4999886
2,0	0,0029268	0,4999797
2,5	0,0036591	0,4999682
3,0	0,0043919	0,4999542
3,5	0,0051251	0,4999377
4,0	0,0058589	0,4999186
4,5	0,0065934	0,4998970
5,0	0,0073286	0,4998727
5,5	0,0080647	0,4998459
6,0	0,0088016	0,4998166
6,5	0,0095396	0,4997846
7,0	0,0102786	0,4997501
7,5	0,0110188	0,4997130
8,0	0,0117602	0,4996732
8,5	0,0125030	0,4996309
9,0	0,0132471	0,4995859
9,5	0,0139928	0,4995383
10,0	0,0147400	0,4994880
<i>Sumber : Konstruksi Jalan Raya buku 1 Geometrik Jalan tahun 2004 hal 77</i>		

B. Superelevasi

Superelevasi menunjukkan besarnya perubahan kemiringan melintang jalan secara berangsur-angsur dari kemiringan normal menjadi kemiringan maksimal pada suatu tikungan horizontal yang direncanakan.

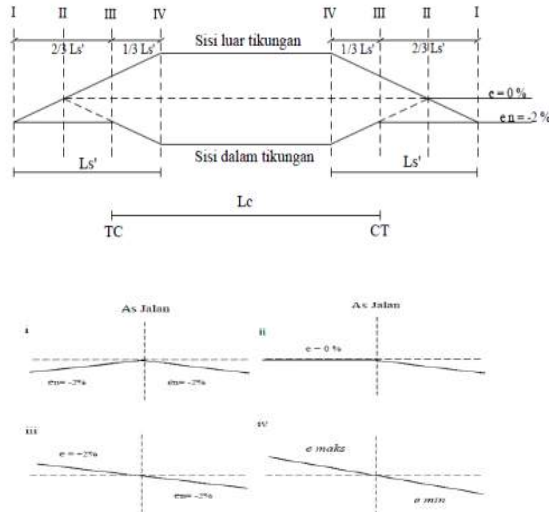
Dalam merencanakan superelevasi mempertimbangkan hal-hal berikut :

- 1) Besarnya superelevasi harus diatur sesuai dengan V_R pada setiap tikungan. Superelevasi harus dibuat untuk semua tikungan, superelevasi boleh tidak dibuat pada tikungan yang memiliki radius lebih besar dari R_{min} .
- 2) Apabila kondisi tidak memungkinkan, superelevasi boleh ditiadakan.
- 3) Yang harus diperhatikan adalah mengenai masalah drainase untuk mencapai kemiringan.
- 4) Superelevasi berlaku pada bahu jalan dan jalur lalu lintas.
- 5) 6% adalah nilai superelevasi maksimum untuk perkotaan.

C. Diagram Superelevasi

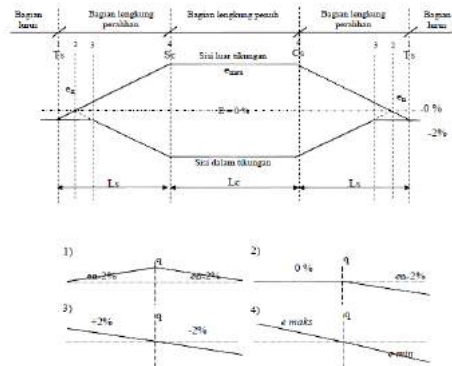
Diagram superelevasi menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal ke superelevasi penuh sehingga dengan menggunakan diagram superelevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di lengkung horizontal. Macam-macam diagram superelevasi ada tiga, yakni :

- Diagram superelevasi full circle
Meskipun tidak mempunyai lengkung peralihan pada full circle diperlukan suatu lengkung peralihan fiktif (L_s) dimana $\frac{3}{4}$ bagian berada pada daerah tangent sedangkan $\frac{1}{4}$ bagian pada busur lingkaran, dapat pula dilihat pada gambar 2.4.



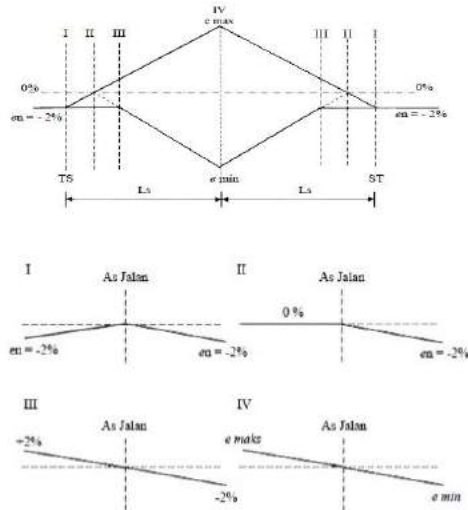
Gambar 2.4 Diagram Superelevasi *Full Circle*(Bina Marga

- Diagram superelevasi *Spiral-Circle-Spiral*
Contoh gambar *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat dari gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram Superelevasi *Spiral – Circle – Spiral* (Bina Marga)

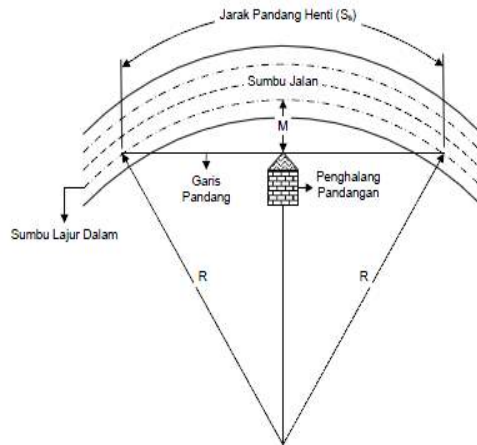
- Diagram superelevasi *Spiral-Spiral*
Contoh gambar *Spiral-Spiral* dapat dilihat dari gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram Superelevasi Spiral – Spiral (Bina Marga)

D. Jarak Kebebasan Samping

Jarak kebebasan samping adalah ruang bebas pada tikungan untuk memudahkan pengemudi untuk melihat pandangan dengan membebaskan objek-objek penghalang sejauh m (meter), diukur dari gari tengah lajur sampai objek penghalang pandangan sehingga jarak pandang henti terpenuhi. Komponen untuk menentukan daerah bebas samping dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Menentukan Komponen untuk Daerah Bebas Samping

Penentuan batas minimum jarak antara sumbu jalur sebelah dalam ke penghalang ditentukan berdasarkan kondisi dimana jarak pandang berada di dalam lengkung, dimana jarak $S < L_t$ (gambar 2.8) atau keadaan dimana jarak pandang $S > L_t$ (gambar 2.9). Nilai S itu sendiri diperoleh berdasarkan tabel 2.5. Adapun perhitungan jarak tersebut menggunakan persamaan berikut :

- a. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan ($S < L_t$)

Rumus perhitungannya adalah :

$$E = R \left[1 - \cos \left(\frac{90 \cdot S}{\pi \cdot R} \right) \right] \quad \text{..... Pers. 2.19}$$

- b. Jika jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan ($S > L_t$)

Rumus perhitungannya adalah :

$$E = R \left[1 - \cos \left(\frac{90Ss}{\pi R} \right) \right] + 0,5 (S - Lt) \sin \left(\frac{90Lt}{\pi R} \right) \quad \dots \text{Pers. 2.20}$$

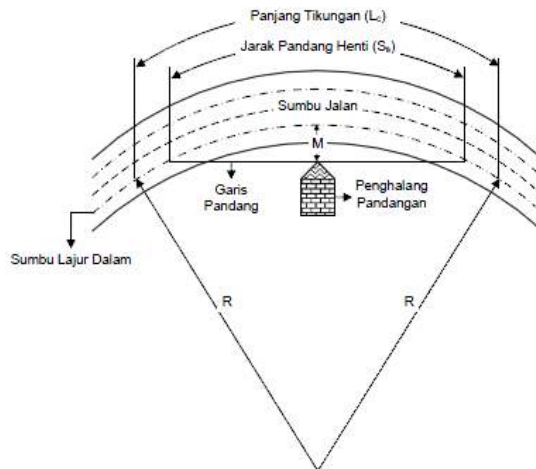
Keterangan :

E = Jarak yang diukur dari sumbu lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)

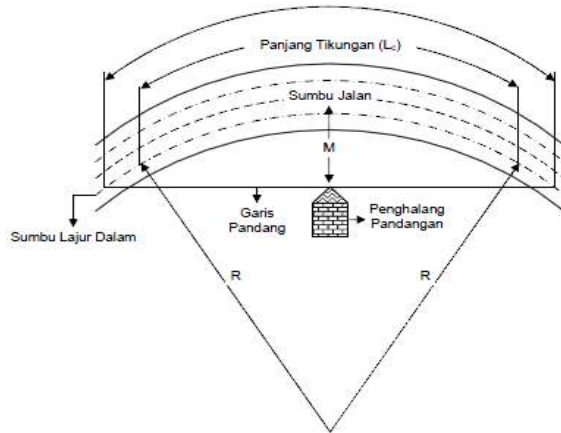
R = Jari-jari sumbu lajur dalam (m)

S = Jarak pandang henti (m)

Lt = Panjang Tikungan (m)



Gambar 2.8 Digram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan ($S < L_t$)



Gambar 2.9 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan (SLt)

Tabel 2.5 Jarak Pandang Henti (Jh)

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
j_h minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16
<i>Sumber : TPGJAK, 1997</i>								

E. Pelebaran di Tikungan

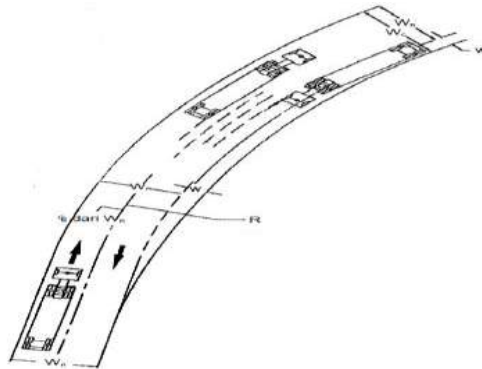
Pelebaran tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas pada bagian tikungan. Hal ini dikarenakan :

1. Keluarnya roda belakang dari lajur lintasan pada saat kendaraan membelok (off tracking)
2. Lintasan roda depan dan belakang tidak sama

Secara praktis, perkerasan harus diperlebar untuk menjaga pandangan bebas ke arah samping terhadap

kendaraan – kendaraan lain. Pelebaran tidak diperlukan jika kecepatan rencana lebih kecil dari 30 km/ jam. Kendaraan rencana yang digunakan sebagai dasar perhitungan adalah kendaraan Golongan V (truck semi trailer 5 sumbu). Ilustrasi pelebaran jalan ditunjukkan oleh gambar 2.10.

Pelebaran di tikungan per- lajur ditentukan berdasarkan tabel 2.6 untuk lebar jalur 2 x 3,5 m, 2 arah atau 1 arah.



Gambar 2.10 Diagram Ilustrasi pelebaran di Tikungan

**Tabel 2.6 Pelebaran Jalan di tikungan per – Lajur
(m)**

R (m)	Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)							
	50	60	70	80	90	100	110	120
1500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
1000	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
750	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
500	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	
400	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5		
300	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5			
250	0,4	0,7	0,5	0,6				

200	0,6	0,8	0,8					
150	0,7	0,8						
140	0,7	0,8						
130	0,7	0,8						
120	0,7							
110	0,7							
100	0,8							
90	0,8							
80	1,0							
70	1,0							
Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) - No.038/T/BM/1997								

F. Tikungan Gabungan

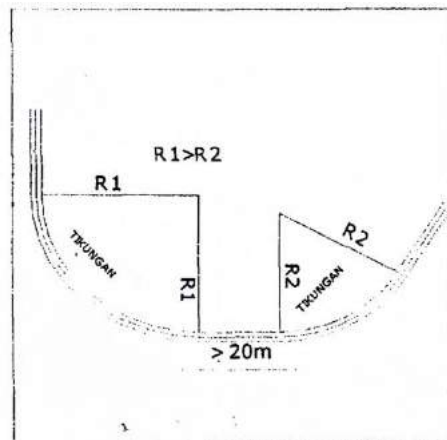
Dalam merencanakan alinyemen horizontal, dalam hal ini adalah tikungan, kemungkinan akan ditemukan perencanaan tikungan gabungan. Kondisi ini didasarkan pada keadaan topografi wilayah jalan yang direncanakan.

Tikungan gabungan terdiri dari dua tipe, yaitu :

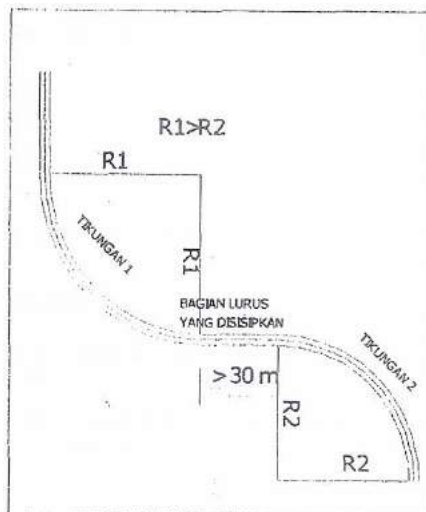
1. Tikungan gabungan searah : dua atau lebih tikungan dengan arah belokan yang sama tetapi dengan jari – jari yang berbeda.
2. Tikungan gabungan berbalik arah : dua atau lebih tikungan dengan arah belokan yang berbeda.

Setiap tikungan gabungan harus disisipi bagian lurus yang memiliki kemiringan normal dengan ketentuan sebagai berikut :

- Pada tikungan gabungan searah, panjang bagian lurus paling tidak 20 meter (lihat gambar 2.11)
- Pada tikungan berbalik arah panjang bagian lurus minimal 20 meter (lihat gambar 2.12)



Gambar 2.11 *Tikungan Gabungan Searah*



Gambar 2.12 *Tikungan Gabungan Berbalik Arah*

2.3.3. Alinyemen Vertikal

Menurut Hamirhan Saodang (2004:108) dalam bukunya yang berjudul Konstruksi Jalan Raya buku 1 Geometrik Jalan menyebutkan alinyemen vertikal perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut dengan profil/penampang memanjang jalan.

Perencanaan alinyemen vertikal sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain :

- Keadaan medan
- Fungsi jalan
- Muka air banjir
- Muka air tanah
- Kelandaian yang masih memungkinkan.

Gambar rencana suatu profil memanjang jalan dibaca dari kiri ke kanan, sehingga landai jalan diberi tanda positif untuk pendakian dari kiri ke kanan, dan landai negatif untuk penurunan dari kiri ke kanan.

Untuk kenyamanan mengemudi perlu memperhatikan lengkung vertikal. Lengkung vertikal adalah pergantian dari satu kelayakan ke kelayakan berikutnya. Lengkung vertikal direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase.

Kelayakan alinyemen vertikal memiliki persyaratan khusus yang harus dipenuhi. Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) kelayakan maksimum yang diizinkan sesuai dengan tabel 2.7. Sedangkan panjang kritis yang merupakan panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_R . Lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit. Nilai panjang kritis tersebut tercantum dalam tabel 2.8.

Tabel 2.7 Kelandaian Maksimum yang diizinkan

VR (Km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
-------------	-----	-----	-----	----	----	----	----	-----

Kelandaian maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	10	10
----------------------------	---	---	---	---	---	---	----	----

Sumber : TPGJAK , 1997

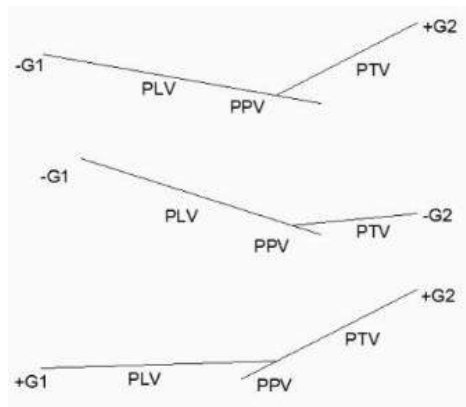
Tabel 2.8 Panjang Kritis (m)

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber : TPGJAK, 1997

Jenis lengkung vertikal adalah sebagai berikut :

- Lengkung vertikal cekung adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Contoh lengkung vertikal cekung dapat dilihat seperti pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Tikungan Vertikal Cekung

Dalam menentukan panjang lengkung vertikal cekung harus memperhatikan, antara lain :

▪ Jarak penyinaran lampu kendaraan

Jangkauan lampu depan kendaraan pada lengkung vertikal cekung merupakan batas jarak pandangan yang dapat dilihat oleh pengemudi pada malam hari. Letak penyinaran lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dalam 2 keadaan, yaitu:

- 1) Jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $< L$ dengan rumus berikut:

$$L = \frac{A S^2}{150 + 3,50S} \quad \text{..... Pers. 2.21}$$

Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

S = Jarak pandangan

A = Beda grade

- 2) Jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $> L$ dengan rumus berikut:

$$L = 2S - \frac{150 + 3,50S}{A} \quad \text{..... Pers. 2.22}$$

Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

S = Jarak pandangan

A = Beda grade

▪ Kenyamanan mengemudi

Perhitungan kenyamanan mengemudi akibat adanya gaya sentrifugal dan gravitasi pada lengkung vertikal cekung menggunakan persamaan 2.23.

$$L = \frac{A V^2}{130 L} \quad \text{..... Pers. 2.23}$$

Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

V = Kecepatan (km/jam)

A = Beda grade

▪ Persyaratan drainase

Landai minimum untuk keperluan drainase adalah 0,5 %. Untuk jalan-jalan yang tidak menggunakan kerb, bagian yang mendatar tersebut, tidak terlalu memberikan masalah karena fungsi lereng jalan sudah menjamin kelancaran drainase. Jadi, syarat panjang maksimum adalah :

$$L = 40 A \quad \text{..... Pers. 2.24}$$

Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

A = Beda grade

▪ Keluwesan bentuk

Keluwesan bentuk jalan, dihubungkan terhadap kecepatan yaitu, menurut asshto : $L = 3 V$, dimana L' = panjang minimum lengkung dalam feet, dan V dalam km/jam, didapatkan:

$$L = 0,6 V \quad \text{..... Pers. 2.25}$$

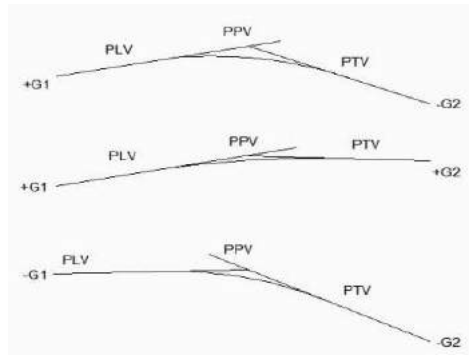
Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

V = Kecepatan (km/jam)

A = Beda grade

- b. lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan. Contoh lengkung vertikal cembung dapat dilihat seperti pada gambar 2.14. Dalam menentukan panjang lengkung vertikal cembung harus memperhatikan, antara lain :



Gambar 2.14 Lengkung Vertikal Cembung

- Jarak pandang berada di dalam daerah lengkung ($S < L$) dan Lengkung berada di dalam jarak pandang ($S > L$). Menurut Bina Marga, untuk desain berdasarkan jarak pandang besarnya nilai h_1 diambil dari tinggi mata pengemudi yang terendah (terkritis) yaitu sebesar 120 cm dan besarnya nilai h_2 diambil dari tinggi obyek penghalang yaitu sebesar 10 cm. Sedangkan untuk menghitung panjang L berdasarkan jarak pandang henti dan jarak pandang mindahului menggunakan persamaan berikut :

$$S < L$$

$$L = 2S - \frac{A S^2}{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \quad \text{.....pers. 2.25}$$

$$S > L$$

$$L = 2S - \frac{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \quad \text{.....pers. 2.26}$$

2.4. Analisis Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada (Departemen Pekerjaan

Umum dan STRJ S2 ITB Bina Marga Jalan Kota, 1997: 6-17). Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan dapat dilakukan dengan menganalisis kapasitas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Untuk menghitung analisis kapasitas jalan antar kota menggunakan persamaan berikut :

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \text{ (smp/jam)} \quad \dots \text{pers. 2.27}$$

Keterangan :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas

FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisah arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

Angka-angka dari persamaan di atas dapat dilihat pada tabel 2.6 sampai dengan tabel 2.9. Berikut ini adalah penjelasan dari tabel0tabel tersebut :

A. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Sedangkan segmen jalan adalah panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Titik dimana karakteristik jalan berubah, secara otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada simpang di dekatnya. Kapasitas dasar ditentukan oleh tipe alinyemen.

Kapasitas dasar adalah suatu set kondisi yang ditetapkan sebelumnya. Tugas akhir ini terdiri dari segmen jalan perkotaan (Km 11+125 – Km 16+125). Nilai kapasitas dasar (C_0) untuk jalan luar kota dan perkotaan dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.9.

Tabel 2.9 Nilai Kapasitas Dasar Berdasarkan Tipe Jalan

Tipe Jalan/ Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar (Total Kedua Arah) smp/jam
Dua Lajur tak Terbagi	
Datar	3100
Bukit	3000
Gunung	2900
<i>Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 6-65</i>	

B. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCW)

Penyesuaian akibat lebar lajur lalu lintas ditentukan berdasarkan tipe jalan dan lebar jalan lalu lintas, dimana lebar jalur lalu lintas adalah lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan. Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lalu lintas berdasarkan lebar efektif jalur lalu lintas dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (Wc) (m)	FCw
Dua-lajur tak-terbagi	Total dua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 6-66

C. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCSP)

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah yang dinyatakan dalam prosentase dari arah arus total pada masing-masing arah. Dalam hal ini besar faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah besarnya sama untuk segmen luar kota maupun segmen perkotaan. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah di dapatkan dari tabel 2.11.

Tabel 2.11 Faktor penyesuaian kapasitas untuk Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 6-67

D. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCSF)

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya : pejalan kaki, pemberhentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya dan kendaraan masuk atau keluar disamping jalan. Nilai faktor ini dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCSF)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FCSF)			
		Lebar bahu Efektif Ws			
		≤0,5	1,0	1,5	≥2,0
	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,8	0,83	0,88	0,93

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 6-68

E. Menentukan Tipe Alinyemen

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan dan ditentukan oleh jumlah naik turun (m/km) dan jumlah lengkung horizontal (rad/km) sepanjang segmen jalan. Untuk menentukan lengkung horizontal dan lengkung vertikal maka dipakai rumus sebagai berikut :

$$\text{Alinyemen Horizontal} = \frac{\left(\frac{\Sigma \Delta}{360}\right) \times 2 \text{rad} \lambda}{\Sigma \text{panjang jalan}} \quad \dots \text{pers. 2.28}$$

$$\text{Alinyemen vertikal} = \frac{\Delta H}{\Sigma \text{panjang jalan}} \quad \dots \text{pers. 2.29}$$

Untuk menentukan tipe alinyemen berdasarkan tipe lengkung dapat dilihat pada tabel 2.13.

Tabel 2.13 Tipe Alinyemen Berdasarkan Tipe Lengkung

Tipe Alinyemen	Lengkung Vertikal naik dan turun (m/km)	Lengkung Horizontal (rad/km)
Datar	<10 (5)	<1.0 (0.25)
Bukit	10-30(25)	1.0-2.5 (2.00)
Gunung	>30 (45)	>2.5(3.5)

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 6-40*

F. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu segmen jalan. Derajat kejenuhan diperoleh dari pembagian volume jam sibuk dengan kapasitas yang ada. Derajat kejenuhan ini diberikan batasan maksimum yaitu 0,75, bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas. Jadi harus perlu diadakan pelebaran jalan. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$D_s = \frac{Q}{C} < 0,75 \quad \text{.....pers. 2.30}$$

$$Q = \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \quad \text{.....pers. 2.31}$$

Keterangan :

D_s = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

k = Faktor volume lalu lintas jam sibuk, nilai normal k sebesar = 0,11

Sedangkan untuk mengetahui arus jam rencana dari data volume lalu lintas harian rata-rata yaitu :

$$Q_{DH} = LHR_t \times k \quad \dots \text{pers. 2.32}$$

Keterangan :

Q_{DH} = Arus Jam rencana (kend/jam)

Emp = Faktor konversi dari berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang (untuk mobil penumpang, emp=1,0).

Penentuan emp berdasarkan arus lalu lintas total dua arah dapat dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14 EMP untuk Jalan 2/2 UD

Tipe Alinyemen	Arus Total (kend/jam)	emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar Jalur Lalu-Lintas (m)		
					< 6 m	6 - 8 m	> 8 m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	110	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 5-37

Derajat kejenuhan (D_s) perlu diketahui dalam perencanaan jalan antar kota untuk mengetahui kapasitas jalan tersebut.

2.5. Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Menurut Silvia Sukirman dalam bukunya yang berjudul Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur hal. 97 perkerasan jalan merupakan konstruksi perkerasan lentur yang dibangun di atas tanah dasar, berfungsi untuk menahan beban

kendaraan atau beban lalu lintas, serta mampu bertahan terhadap perubahan cuaca yang terjadi. Kontruksi ini terdiri dari lapisan-lapisan yang mempunyai fungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya hingga tanah dasar.

Metode perencanaan tebal perkerasan lentur dibedakan atas:

- 1) Metode pendekatan empiris, metode ini dikembangkan berdasarkan pengujian dan pengukuran dari jalan-jalan yang dibuat khusus untuk penelitian
- 2) Metode pendekatan mekanik – empirik (*mechanistic – empirical design*), metode ini dikembangkan berdasarkan sifat tegangan dan regangan pada lapisan perkerasan akibat beban berulang dari lalu lintas.

Dalam pengerjaan proyek akhir ini menggunakan metode pendekatan mekanik – empirik berdasarkan SNI 1732-1989-F yang dikenal dengan nama metode anilisi komponen. Langkah-langkah untuk menghitung rencana tebal perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

2.5.1 Umur Rencana

Umur Rencana (UR) adalah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap diberi lapisan permukaan baru. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan peranan jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomis jalan yang bersangkutan.

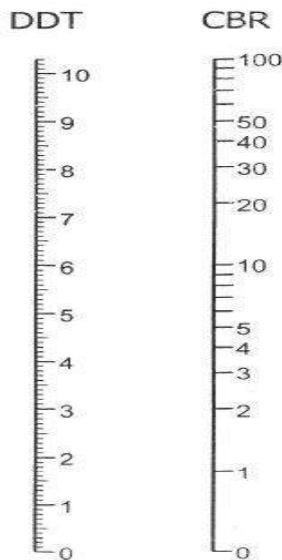
Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 10 atau 20 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis, karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai. Selama umur rencana, kegiatan perbaikan pelapisan permukaan dapat dilakukan sebagai kegiatan pemeliharaan.

2.5.2 Menentukan korelasi DDT (Daya Dukung Tanah Dasar) dan CBR (California Bearing Ratio)

Daya dukung tanah (DDT) adalah suatu skala yang dipakai untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili mutu daya dukung tanah dasar untuk digunakan pada perencanaan tebal lapisan perkerasan segmen jalan tersebut.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini nilai CBR_{segmen} diperoleh dengan melakukan pekerjaan uji proktor di laboratorium.

Dari hasil uji proktor tersebut didapatkan nilai CBR_{segmen} yang kemudian dikorelasikan untuk mendapatkan nilai DDT berdasarkan gambar 2.15.



Gambar 2.15 Grafik Penentuan Nilai DDT

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 2010

2.5.3 Penentuan Jumlah Jalur Rencana Berdasarkan Lebar Perkerasan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki batas tanda jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan pada tabel 2.15.

Tabel 2.15 Jumlah Lajur Kendaraan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (m)
$L < 5.5 \text{ m}$	1 Jalur
$5.5\text{m} < L < 8.25 \text{ m}$	2 Jalur
$8.25 \text{ m} < L < 11.25\text{m}$	3 Jalur
$11.25\text{m} < L < 15.00\text{m}$	4 Jalur
$15.00\text{m} < L < 18.75\text{m}$	5 Jalur
$18.75\text{m} < L < 22.00\text{m}$	6 Jalur
<i>Sumber : Pedoman Penentuan tebal perkerasan lentur jalan raya DPU Bina Marga</i>	

Menentukan koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat lewat pada jalur rencana dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.16.

Tabel 2.16 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Lajur	1.00	1.00	1.00	1.00
2 Lajur	0.64	0.50	0.70	0.50
3 Lajur	0.40	0.40	0.50	0.475
4 Lajur	-	0.30	-	0.45
5 Lajur	-	0.25	-	0.425
6 Lajur	-	0.20	-	0.40

Sumber : Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SNI 1732-1989-F

2.5.4 Menentukan angka ekivalen (E)

Angka Ekivalen (E) dari suatu sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standart sumbu tunggal seberat 8.16 ton (18000 lbs). Karena beban sumbu kendaraan memiliki nilai yang beraneka ragam maka beban sumbu tunggal diperhitungkan seberat 8.16 ton (18000 lbs), sehingga dapat dihasilkan besaran ekivalen yang sesuai dengan aturan yang

ada. Rumus tunggal yang digunakan dalam mencari angka ekivalen beban sumbu terhadap standart sumbu tunggal sebesar 8.16 ton adalah :

E sumbu tunggal

$$= \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \quad \text{.....pers. 2.33}$$

E sumbu ganda

$$= 0.086 \left(\frac{\text{beban sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4 \quad \text{.....pers. 2.34}$$

Untuk beban sumbu 1000 kg sampai dengan 16000 kg, hasil perhitungan angka ekivalen sumbu tunggal dan sumbu ganda pada tabel 2.17 dan untuk beban sumbu yang tidak tercantum didalam tabel dihitung dengan cara distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan yang ditunjukkan pada tabel 2.18.






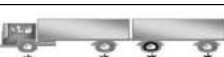

Tabel 2.17 Angka Ekivalen Sumbu Kendaraan

Sumbu Beban		Angka Ekivalen	
Kg	-]Lbs	Sumbu tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0.0002	-
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6014	0.0193	0.0016
4000	8818	0.0577	0.0050
5000	11023	0.1410	0.0121

7000	15432	0.5415	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794
8160	18000	1.0000	0.0860
9000	19000	1.4798	0.1273
10000	19841	2.2555	0.1940
11000	22046	3.0332	0.2840
12000	24251	4.6770	0.4022
13000	26455	6.4419	0.5540
14000	28660	8.6647	0.7452
15000	33069	11.4184	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

Sumber : Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SNI 1732-1989-F

Tabel 2.18 Distribusi Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	
1.1 MP	1,5	0,5	2,0	
1.2 BUS	3	6	9	
1.2L Truck	2,3	6	8,3	
1.2H Truck	4,2	14	18,2	
1.22 Truck	5	20	25	
1.2+2.2 Truck	6,4	25	31,4	
1.2+2.2 Truck	10	32	42	

Sumber : Bina Marga, No 01/MN/BM/83

2.5.5 Menentukan LHR

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam atau menit). Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata . dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu :

- **Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)**, yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah kendaraan dalam 1 tahun}}{365} \quad \dots\text{pers. 2.35}$$

LHRT dinyatakan dalam kendaraan/hari/2arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur menggunakan median.

- **Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)**, yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah kendaraan selama pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \quad \dots\text{pers. 2.36}$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur menggunakan median.

Data LHR cukup akurat jika :

- a. Pengamatan dilakukan pada interval waktu yang dapat menggambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama 1 tahun.
- b. Hasil LHR yang dipergunakan dalam perencanaan adalah harga rata-rata dari beberapa kali pengamatan atau telah melalui kajian lalu lintas.

2.5.6 Penentuan Faktor Regional (FR).

Faktor Regional adalah faktor setempat tentang keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar, dan perkerasan. Jadi dalam penentuan tebal perkerasan, faktor regional dipengaruhi oleh bentuk kelandaian dan tikungan,

prosentasi kendaraan berat, serta iklim. Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lain. Penentuan faktor regional dapat dilihat pada tabel 2.19.

Tabel 2.19 Faktor Regional

Curah Hujan	Kelandaian I <6%		Kelandaian II 6%-10 %		Kelandaian III >10%	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤30 %	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklim I < 900 mm/thn	0.5	1.0-1.5	1.5	2.0-2.5	1.5	2.0-2.5
Iklim II ≥900 mm/th	0.5	2.0-2.5	2.0	2.5-3.0	3.0	3.0-3.5

Sumber : Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SNI 1732-1989-F

2.5.7 Lintas Ekuivalen

Lintas Ekuivalen dipengaruhi oleh LHR, koefisien distribusi kendaraan dan angka ekuivalen (E). Lintas ekuivalen terdiri dari berbagai jenis :

- **Menentukan Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)**

Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton pada jalur rencana yang diduga terjadi pada awal umur rencana.

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad \text{.....pers. 2.37}$$

Dimana :

- J : Jenis Kendaraan
- E : Angka Ekuivalen Setiap Jenis Kendaraan
- C : Koefisien Distribusi Kendaraan

▪ **Menentukan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)**

Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekuivalen rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton pada akhir umur rencana.

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times c_j \times E_j \quad \text{.....pers. 2.38}$$

Dimana :

- J : Jenis Kendaraan
- E : Angka Ekuivalen Setiap Jenis Kendaraan
- C : Koefisien Distribusi Kendaraan
- i : Pertumbuhan Lalu Lintas
- UR : Umur Rencana

▪ **Menentukan Lintas Ekuivalen Permukaan (LET)**

Adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur yang direncanakan pada pertengahan umur rencana.

$$LET = \frac{LEP \times LEA}{2} \quad \text{.....pers. 2.39}$$

Dimana :

- LET : Lintas Ekuivalen Tengah
- LEP : Lintas Ekuivalen Awal

LEA : Lintas Ekivalen Akhir

▪ **Menentukan Lintas Ekivalen Permukaan (LER)**

Adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lalu lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8.16 ton pada jalur rencana.

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \quad \text{.....pers. 2.40}$$

Dimana,

$$\text{FP (Faktor Penyesuaian)} = \frac{\text{UR}}{10} \quad \text{.....pers. 2.41}$$

Dimana :

LER : Lintas Ekivalen Rencana

LET : Lintas Ekivalen Tengah

FR : Faktor Penyesuaian

UR: Umur Rencana

2.5.8 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah lajur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut tabel 2.20.

Tabel 2.20 Jumlah Jalur Kendaraan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

Sumber : *Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SNI 1732-1989-F*

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel 2.21.

Tabel 2.21 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,450
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,400

*) berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang pick up, mobil hantaran

**) berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, semi trailer, trailer

Sumber : *Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SNI 1732-1989-F*

2.5.9 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Penentuan Indeks Permukaan ada dua macam yaitu indeks permukaan awal pada umur rencana (IP_0) dan indeks permukaan akhir umur rencana (IP_t).

- Indeks permukaan awal umur rencana (IP_0)

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan, kehalusan, serta kekokohan) pada awal umur rencana. Nilai IP_0 ditentukan berdasarkan jenis perkerasan yang digunakan untuk lapis permukaan jalan sebagaimana pada tabel 2.22.

Tabel 2.22 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP_0)

Jenis Lapis Permukaan	IP_0	Roughness (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 - 3,5	> 1000
Lasbutag	3,9 - 3,5	≤ 2000
	3,4 - 3,0	> 2000
HRA	3,9 - 3,5	≤ 2000
	3,4 - 3,0	> 2000
Burda	3,9 - 3,5	< 2000
Burtu	3,4 - 3,0	< 2000
Lapen	3,4 - 3,0	≤ 3000
	2,9 - 2,5	> 3000
Lastabum	2,9 - 2,5	
Buras	2,9 - 2,5	
Latasir	2,9 - 2,5	
Jalan tanah	$\leq 2,4$	

Jalan Kerikil	$\leq 2,4$	
<i>Sumber : SNI 1732-1989-F</i>		

- Indeks permukaan akhir umur rencana (IPt)
 Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana yang harus diperhatikan adalah klarifikasi fungsi jalan dan jumlah lalu lintas rencana (LER), untuk menentukan fungsi jalan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.23.

Tabel 2.23 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana(IP_t)

LER	Fungsi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
<10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10-100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100-1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SNI 1732-1989-F

2.5.10 Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif.

Koefisien kekuatan relatif masing – masing bahan dan kegunaanya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai dengan tes Marshall (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan dengan stabilisasi semen atau kapur) dan CAR (untuk bahan lapis pondasi atas atau lapis pondasi bawah seperti pada tabel 2.24.

Tabel 2.24 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Perkerasan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	CBR (%)	
0,4			744			
0,35			590			
0,32			454			
0,3			340			
0,35			744			
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,3			340			HRA
0,26			340			Penetrasi Macadam
0,25						Lapen (mekanis)
0,2						Lapen (manual)
	0,28		590			
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15			22		
	0,13			18		
	0,15			22		
	0,13			18		

	0,14				100	Batu Pecah (kelas A)
	0,13				80	Batu Pecah (kelas B)
	0,12				60	Batu Pecah (kelas C)
		0,13			70	Sirtu (kelas A)
		0,12			50	Sirtu (kelas B)
		0,11			30	Sirtu (kelas C)
		0,1			20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : SNI-1732-1989

Tebal Minimal material yang dibutuhkan untuk lapis perkerasan berdasarkan \overline{ITP} dan jenis perkerasan setiap lapisan dapat dilihat pada tabel 2.25.

Tabel 2.25 Lapis Pondasi

\overline{ITP}	Tebal Minimum (cm)	Jenis Perkerasan
Lapis Permukaan		
< 3,00		Lapis Pelindung : Buras, Burtu/Burda
3,00 - 6,70	5	Lapen/penetrasi makadam, HRA, lasbutag,laston
6,71 - 7,49	7,5	Lapen/penetrasi makadam, HRA, lasbutag,laston
7,50 - 9,99	7,5	lasbutag,laston
>>10,00	10	Laston
Lapis Pondasi		
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur

3,00 - 7,49	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur.
	10	Laston Atas
	20*	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi makadam.
	15	Laston Atas
10,00 - 12,24	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi makadam, lapen, laston atas.
>12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi makadam, lapen, laston atas.
Lapis Pondasi Bawah		
Tebal minimal adalah 10 cm		
* batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm, jika untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar		

Sumber : SNI-1732-1989

2.5.11 Menentukan Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

ITP adalah angka yang menunjukkan nilai struktural perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapisan dengan mutu yang berbeda. Oleh karena itu untuk menentukan ITP diperlukan koefisien relatif sehingga tebal perkerasan setiap lapisan setelah dikalikan dengan koefisien relatif dapat dijumlahkan. Nilai ITP dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad \dots \text{pers. 2.42}$$

Keterangan :

ITP = Indeks Tebal Perkerasan

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1,2 dan 3 masing-masing untuk lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah

2.6. Perencanaan Drainase untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat di tepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah di sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area.

Drainase pada tepi jalan dimaksudkan untuk menampung, mengalirkan, dan membuang air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada.

Permukaan perkerasan, bahu jalan serta saluran drainase dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan. Untuk menentukan kemiringan melintang dan bahu jalan dapat dilihat pada tabel 2.26.

Tabel 2.26 Kemiringan Melintang Jalan dan Bahu Jalan

No	Jenis lapis Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal i (%)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Sedangkan kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat pada tabel 2.27.

Tabel 2.27 Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping (%)
Tanah Asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Tata cara untuk suatu perencanaan drainase adalah sebagai berikut :

1. Menentukan waktu kosentrasi
2. Menentukan intensitas hujan.
3. Menentukan koefisien pengaliran
4. Menentukan debit aliran
5. Menentukan dimensi saluran
6. Menentukan penampang basah
7. Menentukan jari-jari hidrolis
8. Menghitung kemiringan saluran

2.6.1. Analisis Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi yaitu :

a. Curah hujan

Merupakan curah hujan harian maksimum dalam 1 tahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Dalam perencanaan drainase data curah hujan dipergunakan data curah hujan maksimum selama setahun. Jumlah data curah hujan minimum selama 10 tahun terakhir.

b. Periode ulang

Merupakan suatu kemungkinan dimana terjadi atau terlampaunya tinggi hujan tertentu. Karakteristik hujan tertentu dapat menunjukkan periode ulang tertentu pula. Untuk perencanaan drainase tepi jalan periode hujan yang dipergunakan selama lima tahun.

c. waktu curah hujan.

Waktu hujan adalah lamanya terjadinya suatu periodik hujan. Lamanya curah hujan harian terkonsentrasi selama 4jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari hujan 24jam.

d. Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh pada periode tertentu biasanya dalam satuan mm/jam. Intensitas dipengaruhi oleh tiga poin sebelumnya yakni curah hujan, periode ulang hujan, dan waktu hujan. Dalam SNI untuk menghitung intensitas hujan digunakan analisis distribusi frekuensi dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \quad \text{.....pers. 2.43}$$

$$X_t = \bar{X} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad \text{.....pers. 2.44}$$

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4} \quad \text{.....pers. 2.45}$$

Keterangan :

- S_x = Standart deviasi
 X_t = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm/jam)
 X = Tinggi hujan Maksimum
 \bar{X} = Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata
 Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang
 Y_n = Nilai Berdasarkan jumlah data curah hujan
 S_n = Standart deviasi yang merupakan fungsi n
 I = Intensitas hujan (mm/jam)

Dalam menentukan variasi yang merupakan berkurang dalam suatu periode ulang dapat dilihat pada tabel 2.28.

Tabel 2.28 Variasi Y_t

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2505
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Untuk menentukan nilai Y_n berdasarkan jumlah data curah hujan dapat dilihat pada tabel 2.29.

Tabel 2.29 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Standard deviasi yang merupakan fungsi n dapat dilihat pada tabel 2.30.

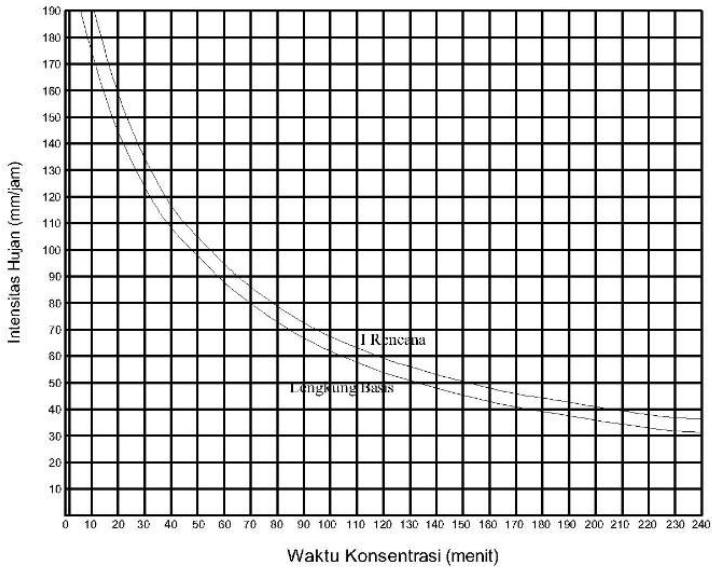
Tabel 2.30 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	10,095	10,206	10,316
20	0,0628	10,695	10,695	10,811	10,854	10,915	10,961
30	0,1124	11,199	11,199	11,226	11,255	11,285	11,313
40	0,1413	11,435	11,435	11,480	11,499	11,519	11,538
50	0,1607	11,523	11,523	11,558	11,557	11,581	11,596
60	0,1747	11,759	11,759	11,782	11,782	11,803	11,814
70	0,1899	11,653	11,653	11,681	11,690	11,698	11,906
80	0,1938	11,945	11,945	11,959	11,967	11,973	11,980
90	0,2007	12,013	12,020	12,025	12,032	12,038	12,044

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Untuk menentukan intensitas hujan rencana digunakan kurva basis seperti pada gambar 2.16 dimana harga I (intensitas hujan) rencana $T_c = 240$ menit. Harga I yang dipakai pada perhitungan diperoleh dengan cara memasukkan harga T_c pada

waktu konsentrasi yang memotong garis lengkung intensitas hujan rencana, kemudian tarik garis lurus memotong ke arah garis intensitas hujan (mm/jam).



Gambar 2.16 Grafik Kurva basis

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

e. Waktu konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh pada daerah pengaliran ke lokasi drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan saluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2$$

.....pers. 2.46

Untuk mendapatkan inlet time (t1) diperlukan rumus:

$$t1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \quad \text{.....pers. 2.47}$$

Untuk mendapatkan nilai time of flow menggunakan rumus :

$$t2 = \frac{L}{30 V} \quad \text{.....pers. 2.48}$$

Dimana :

t1 = Waktu inlet adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mencapai lokasi drainase dari titik terjauh yang terletak di catchman area

t2 = Time of flow adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir melalui drainase.

L = Panjang saluran (m)

Nd = koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = kecepatan air rata-rata

Dalam perhitungan untuk mencari t1 dibutuhkan nilai Nd. Nilai Nd ditentukan berdasarkan tabel 2.31 yang menunjukkan hubungan kondisi permukaan tanah dengan koefisien hambatan.

Tabel 2.31 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dengan Koefisien Hambatan

No	Kondisi Lapis Permukaan	nd
1	Lapis semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,10
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20

5	Padang rumput dan rerumputan	0,40
6	Hutan gundul	0,60
7	Hutan rimba dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,80

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

Kecepatan rata-rata yang diizinkan didasarkan pada jenis material dapat dilihat pada tabel 2.32.

Tabel 2.32 Kecepatan Aliran yang diizinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	0,60 – 1,80
Beton bertulang Beton	0,60 – 3,00

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI
03-3424-1994*

f. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan daerah sekitarnya. Untuk mendapatkan luas daerah pengaliran menggunakan rumus:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \quad \text{.....pers. 2.49}$$

$$A = L(L_1 + L_2 + L_3) \quad \text{.....pers. 2.50}$$

Dimana :

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L₁ = ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L₂ = ditetapkan dari tepi perkerasan sampai bahu

L₃ = Tergantung dari daerah setempat dan panjang maksimum adalah 100m

A = Luas daerah pengaliran

g. Koefisien Pengaliran (C)

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan :

$$C_{\text{gabungan}} = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i} \quad \text{.....pers. 2.51}$$

Dimana :

C_i = koefisien pengaliran

A_i = luas daerah pengaliran

Dalam perhitungan untuk mencari C_{gabungan} dibutuhkan nilai koefisien pengaliran. Nilai koefisien ini ditentukan berdasarkan kondisi permukaan tanah, nilai-nilai koefisien tersebut dapat dilihat pada tabel 2.33.

Tabel 2.33 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1	Jalan beton dan jalan beraspal	0,70 – 0,95
2	Jalan berkerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3	Bahu jalan Tanah berbutir halus Tanah berbutir kasar Batuan masif keras Batuan masif lunak	0,40 – 0,65 0,10 – 0,20 0,70 – 0,85 0,60 – 0,75
4	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5	Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
6	Daerah industri	0,60 – 0,90
7	Pemukiman padat	0,40 – 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10	Persawahan	0,45 – 0,60
11	Perbukitan	0,70 – 0,80
12	Pegunungan	0,75 – 0,90

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-199

h. Analisis Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisis diatas, maka debit air yang melalui saluran dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad \text{.....pers. 2.52}$$

Keterangan :

Q = Debit air (m/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Km^2)

2.6.2. Dimensi Saluran Drainase

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan seperti kondisi tanah dasar, kecepatan aliran air yang masuk, dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah. Saluaran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu untuk menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan dan penguasaan jalan.

Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan. Pada keadaan dimana bagian – bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam (grade $\geq 5\%$) maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan grade $\pm 5\%$) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi oleh air, maka saluran tepi dibuat dari pasangan batu.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi adalah :

1. Kecepatan aliran dalam saluran tepi tidak boleh terlalu besar sebab akan menyebabkan penggerusan saluran oleh aliran air.
2. Sebaliknya, kecepatan aliran air tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dimensi saluran adalah sebagai berikut:

a. Kemiringan Saluran (i)

Kemiringan tanah ditempat saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan dan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus :

kemiringan lapangan :

$$i = \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\% \quad \text{.....pers. 2.53}$$

kemiringan secara perhitungan :

$$V = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x i^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....pers. 2.54}$$

$$i = \left(\frac{V x n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad \text{.....pers. 2.55}$$

Keterangan :

I = Kemiringan tanah

t₁ = Tinggi tanah pada bagian tertinggi (m)

t₂ = Tinggi tanah pada bagian terendah (m)

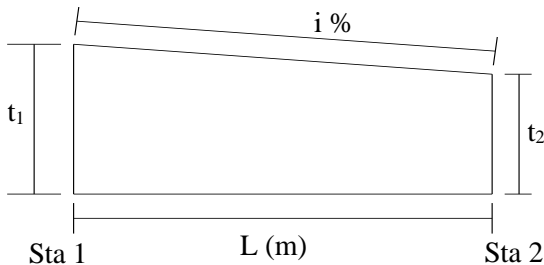
V = kecepatan aliran (m/detik)

N = Koefisien kekerasan Manning

R = Jari-jari Hidrolik

F = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)



Gambar 2.17 Kemiringan Saluran

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, 1994

b. Jari-Jari Hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{O} \quad \text{.....pers. 2.56}$$

Keterangan :

R = Jari – jari hidrolis (%)

A = Luas penampang basah (m)

O = Keliling basah (m)

c. Hubungan Antara Debit Aliran, Kecepatan Aliran Dan Luas Penampang

$$Q = V \times Fd \quad \text{.....pers. 2.57}$$

Keterangan :

Q = Debit aliran (m³/dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

A = Luas penampang saluran (m²)

- Luas Penampang Pada Saluran Tepi Dengan Penampang Persegi**

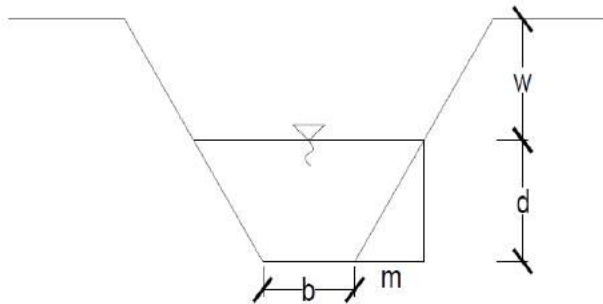
$$A = \frac{1}{2} \times (bi + b2) \times d \quad \text{.....pers. 2.58}$$

Keterangan:

A = Luas penampang saluran (m²)

b = Lebar saluran (m)

d = Tinggi saluran (m)



Gambar 2.18 Penampang Trapesium

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, 1994

d. Kecepatan Aliran Rata-Rata

Kecepatan aliran rata-rata diperoleh dari rumus manning sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....pers. 2.59}$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran manning (tabel 2.34)

R = Jari-jari hidrolik

i = Kemiringan saluran

Tabel 2.34 Harga n untuk Rumus Manning

No	Tipe Saluran	Harga n			
		Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1.	SALURAN BATUAN				
	Saluran tanah, lurus	0,017	0,020	0,023	0,025
2.	teratur				
	Saluran tanah dibuat	0,023	0,028	0,030	0,040
3.	dengan excavator	0,020	0,030	0,033	0,035

4.	Saluran pada dinding batuan, lurus teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5.	Saluran pada dinding batuan tidak lurus, tidak teratur.	0,025	0,030	0,035	0,040
6.	Saluran batuan diledakkan, ada tumbu-tumbuhan	0,028	0,030	0,033	0,035
7.	Dasar Saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,020	0,025	0,028	0,030
	Saluran lengkung, dengan kecepatan rendah				
8.	SALURAN ALAM Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak	0,025	0,028	0,030	0,033
9.	berlubang	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Seperti no.8 tetapi ada timbunan atau kerikil	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no.10, dangkal, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuhan	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Seperti no.11, sebagian berbatu	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150

	SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI				
16	Saluran pasangan batu,	0,025	0,030	0,033	0,035
17	tanpa penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Seperti no.16, dengan				
18	penyelesaian	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton halus				
20	dan rata	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak				
21	dengan acuan baja	0,015	0,016	0,016	0,018
	Saluran beton pracetak				
	dengan acuan kayu				

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

2.7. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil perencanaan suatu proyek. Perkiraan biaya tersebut didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan. Perhitungan volume ini didasarkan pada hasil perencanaan profil melintang (Cross section), profil memanjang (Long section), dan detail gambar pada lampiran. Adapun data harga satuan pekerjaan dan koefisien diperoleh dari Harga Satuan Pokok Kegiatan 2013 untuk Surabaya yang didapat dari Dinas PU Bina Marga daerah Surabaya, Propinsi Jawa Timur.

2.7.1. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan rencana anggaran biaya,

yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada profil melintang (Cross section) dan profil memanjang (Long section).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Tinjauan Umum

Proyek Akhir Terapan ini bertemakan tentang perencanaan jalan. Dalam proses penyusunannya diperlukan analisis data yang baik, sehingga diperlukan pembuatan bagan alir sebagaimana pada gambar 3.1 dengan tujuan sebagai berikut :

1. Memberikan arahan dalam melaksanakan perencanaan jalan.
2. Mengetahui gambaran awal mengenai langkah – langkah menyusun proyek akhir ini secara sistematis.
3. Mempermudah hal – hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan.
4. Memperkecil terjadinya kesalahan yang ada dalam analisis perencanaan jalan.

3.2 Penjelasan Bagan Alir

3.2.1. Persiapan

Tahap persiapan adalah tahapan yang dilakukan sebelum pengumpulan data. Tahap persiapan tersebut meliputi,

1. Studi literatur yang menjadi acuan dalam penulisan tugas akhir.
2. Pengumpulan buku yang digunakan sebagai acuan penyusunan proyek akhir terapan
3. Pembuatan proposal proyek akhir terapan
4. Perencanaan jadual penyusunan tugas akhir

3.2.2. Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan terdiri dari data primer dan data sekunder.

Data primer :

- Foto
Foto yang dimaksudkan adalah foto kondisi eksisting lokasi rencana studi. Data ini diperoleh dengan melakukan survei lapangan lokasi studi. Foto diambil di beberapa titik khusus terutama sungai, bukit, dan jurang.
- Survei
Survei langsung kondisi lalu lintas lokasi rencana studi pada jam puncak. Data ini diperlukan untuk merencanakan kapasitas jalan dan perencanaan tebal perkerasan jalan lokasi studi.
- Tes CBR
Tes CBR dilakukan di laboratorium Jurusan Diploma Teknik Sipil FTSP ITS dengan mengambil contoh tanah pada satu titik di lokasi studi.

Data Sekunder :

- Data Topografi
Data topografi diperoleh dari laboratorium jurusan geomatika ITS. Data ini digunakan untuk mengetahui kondisi meda/kontur yang akan menjadi rute perencanaan.
- Data Curah Hujan
Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur. Data ini digunakan untuk memperoleh nilai hujan maksimum yang kemudian digunakan untuk merencanakan saluran tepi.
- Data HSPK Kabupaten Malang
HSPK Kabupaten Malang digunakan untuk menghitung anggaran biaya perencanaan jalan yang direncanakan. Data HSPK diperoleh dari internet.

3.2.3. Analisis Data

Dalam melakukan perhitungan perencanaan jalan langkah-langkah kegiatan yang harus diperhatikan, antara lain :

- a. Perencanaan Geometrik Jalan
- b. Analisis Kapasitas Jalan
- c. Perencanaan tebal perkerasan pelebaran jalan
- d. Saluran tepi (Perencanaan Drainase)
- e. Perencanaan Dinding Penahan
- f. Rencana Anggaran Biaya

3.2.4. Gambar Rencana

Gambar rencana pekerjaan antara lain :

- Gambar perencanaan geometrik jalan
- Gambar perencanaan tebal perkerasan jalan dan penampang melintang
- Gambar perencanaan drainase

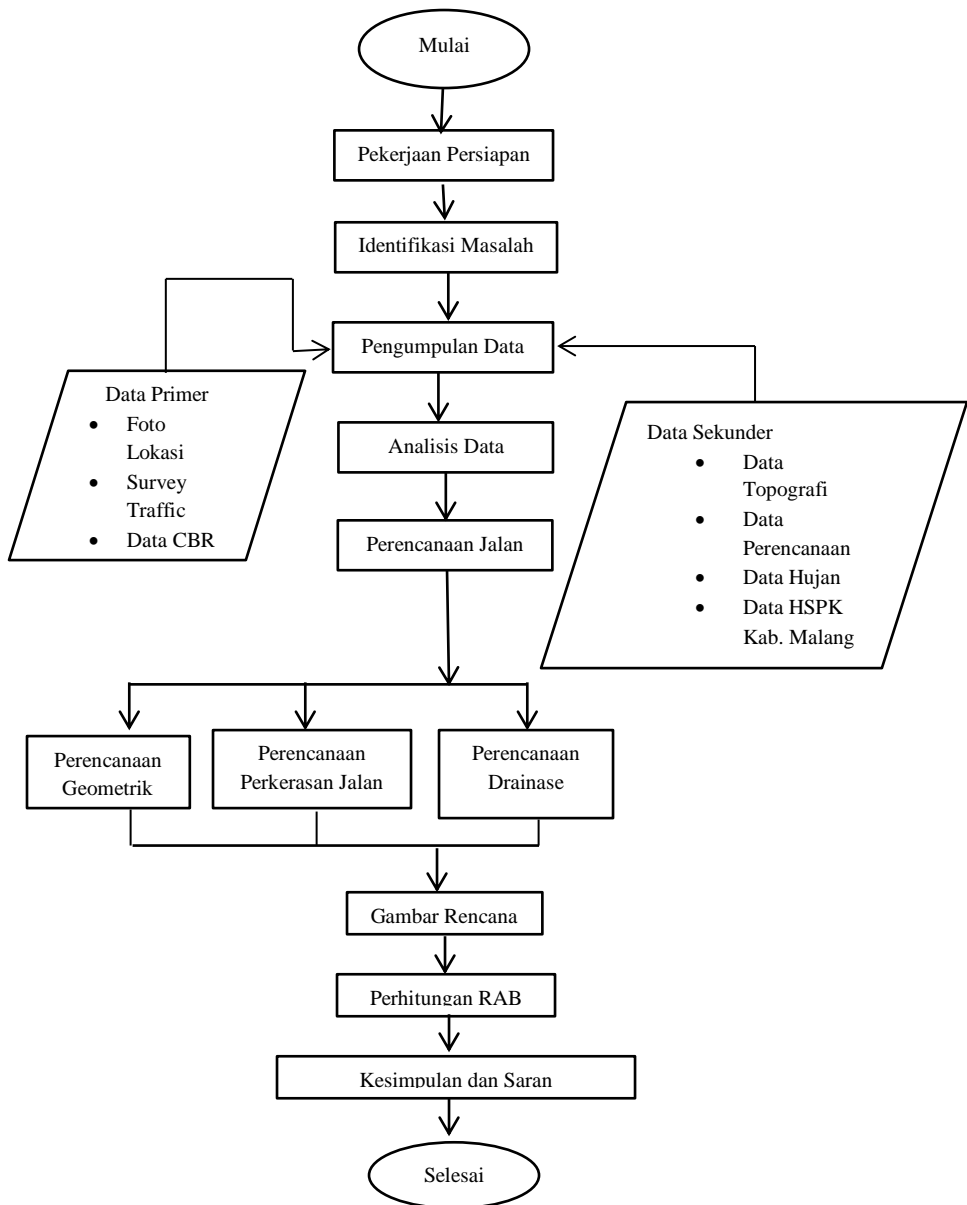
3.2.5. Rencana Anggaran Biaya

Dalam kegiatan ini diperlukan perhitungan sebagai berikut :

- Menghitung volume pekerjaan
- Harga bahan dan peralatan
- Upah untuk tenaga kerja

3.2.6. Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini merupakan hasil dari kesimpulan dan saran yang diambil setelah melakukan perencanaan jalan.



Gambar 3.1 Bagan Alir Perencanaan

BAB IV

DATA PERENCANAAN

4.1 Data Perencanaan

Data perencanaan merupakan data yang dibutuhkan dan digunakan untuk proses perencanaan, data tersebut antara lain :

- Peta Topografi
- Foto lokasi eksisting
- Data Volume Lalu Lintas pada jam puncak (kend/jam) tahun 2016
- Data CBR (*California Bearing Ratio*)
- Data PDRB (Pendapatan Domestik Regional Bruto) Kabupaten Malang tahun 2017
- Data HSPK (Kabupaten Malang) tahun 2016
- Data Curah Hujan tahun 2008 – tahun 2017

4.1.1 Foto Lokasi Eksisting

Foto dokumentasi lokasi eksisting digunakan untuk mengetahui kondisi medan lapangan sebenarnya dan sebagai bahan pertimbangan pada proses desain. Foto lokasi studi dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Dokumentasi kondisi eksisting I STA 16+175

4.1.2 Prosentase Pengalihan ke Route Baru



Gambar 4.2 Peta lokasi

Dari Sendang Biru – Joloturo melalui route lama harus menempuh jarak sejauh 56 km dengan waktu tempuh ± 1 jam 20 menit, sedangkan melalui route baru hanya menempuh jarak 19 km dengan waktu tempuh ± 30 menit. Dari data tersebut diperoleh 37 km atau 22,98 mil jarak yang dihemat dan 50 menit waktu yang di hemat. Maka diperoleh prosentase pengalihan ke route baru sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{50 \times (d+0,5t)}{\sqrt{(d+0,5t)^2 - 4,5}} \% \\
 &= \frac{50 \times (22,98+0,5(50))}{\sqrt{(22,98+0,5(50))^2 - 4,5}} \% \\
 &= 50,1 \%
 \end{aligned}$$

4.1.3 Peta Topografi

Peta topografi pada perencanaan jalan akses ini menggunakan peta kontur untuk mengetahui medan di sekitar daerah perencanaan. Peta ini digunakan sebagai dasar plotting perencanaan trase dan geometrik jalan.

Pada trase yang baru ini direncanakan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) mulai dari STA 0+000 - STA 5+ 00.

4.1.4 Data Lalu - Lintas

Data lalu lintas yang digunakan berguna untuk mendesain geometrik jalan dan mendesain struktur konstruksi perkerasan jalan.

Data lalu lintas diperoleh dari hasil survai primer pada jam puncak. Data tersebut tercantum dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Data Lalu Lintas Sendang Biru- Jolosutro Tahun 2016

No.	Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan pada Jam Puncak (kend/jam)	Volume Kendaraan pada Jam Puncak 50,1% (kend/jam)
1	Sepeda motor	178	89
2	Sedan dan station	210	105
3	Oplet, Pick up, mini bus	156	78
4	Mikro Truk, mobil Hantaran	148	74
5	Bus Kecil	24	12
6	Bus Besar	14	7
7	Truk kecil 2 sumbu	48	24
8	Truk Besar 2 sumbu	24	12
9	Truk Besar 3 sumbu	10	5
<i>Sumber : Hasil Survei Lalu Lintas tahun B2PJN 2016</i>			

4.1.5 Data CBR Tanah Dasar

Data kondisi tanah dasar digunakan untuk proses perhitungan tebal perkerasan yang akan digunakan. Data CBR yang digunakan berdasarkan pengujian di Laboratorium Uji mekanika Tanah Polinema Malang. Pengambilan sampel tanah dasar tersebut dilakukan pada satu titik lokasi perencanaan jalan. Setelah melakukan pengujian laboratorium didapat nilai CBR 7,33 %. (Hasil percobaan Laboratorium terlampir dalam lampiran A).

4.1.6 Data Kependudukan

Data kependudukan diperlukan untuk merencanakan pertumbuhan volume kendaraan bus dan angkutan umum

yang akan melewati jalan rencana dari awal tahun rencana sampai akhir tahun rencana.

Data kependudukan (tabel 4.2) yang digunakan adalah data kependudukan Kabupaten Malang.

Tabel 4.2. Data Jumlah Penduduk Kabupaten Malang

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)
1	2011	2475624
2	2012	2491779
3	2013	2509217
4	2014	2527087
5	2015	2544315
6	2016	2573138
<i>Sumber : Produk Domestik Regional (BPS Jawa Timur 2017)</i>		

4.1.7 Data PDRB

Data PDRB digunakan untuk merencanakan pertumbuhan volume lalu lintas kendaraan yang akan melewati jalan rencana. Data PDRB pendapatan per kapita atas dasar harga konstan (tabel 4.3) digunakan untuk menghitung pertumbuhan kendaraan pribadi, sedangkan data PDRB berdasarkan pertumbuhan ekonomi atas dasar harga konstan (tabel 4.4) digunakan untuk menghitung pertumbuhan barang dan truk.

Tabel 4.3. Data PDRB Pendapatan per Kapita Atas Dasar Harga Konstan Kab. Malang

No.	Tahun	PDRB KAB. MALANG berdasarkan lapangan usaha (MILIAR RUPIAH)
1	2011	45371.62
2	2012	47075.96
3	2013	49571.72

4	2014	52550.42
5	2015	55317.82
6	2016	58247.34
<i>Sumber : Produk Domestik Regional Bruto(BPS Kab. Malang2017)</i>		

Tabel 4.4 Data PDRB Berdasarkan Pertumbuhan Ekonomi Atas dasar Harga Konstan Kab. Malang

No.	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (%)	i
1	2011	6.65	6.7%
2	2012	6.77	6.8%
3	2013	5.3	5.3%
4	2014	6.01	6.0%
2	2015	5.27	5.3%
3	2016	5.3	5.3%
Rata-rata		5.9	5.9%
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>			

4.1.8 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun (mm/hari). Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun sebagaimana tercatat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Curah Hujan

No.	TAHUN PENGAMATAN	CURAH HUJAN (mm)
1	2008	98.67
2	2009	101.67
3	2010	181.67
4	2011	117.00
5	2012	135.00
6	2013	104.00
7	2014	184.00
8	2015	214.67
9	2016	93.67
10	2017	202.33
rata-rata		143.27

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Jawa Timur

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pengolahan Data Kependudukan

Data kependudukan dalam satuan juta jiwa dikonversikan menjadi nilai rata-rata prosentase sehingga dapat digunakan untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan bus dan angkutan umum. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)	i	%
1	2011	2475624		
2	2012	2491779	0.006526	0.65%
3	2013	2509217	0.006998	0.70%
4	2014	2527087	0.007122	0.71%
5	2015	2544315	0.006817	1%
6	2016	2573138	0.011328	1.13%
Rata-rata				1%

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.2 Pengolahan Data PDRB

Data PDRB per kapita atas dasar harga konstan dalam satuan juta rupiah dikonversikan menjadi nilai rata-rata

prosentase sehingga dapat digunakan untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan pribadi. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam tabel 4.7. Sedangkan untuk menghitung pertumbuhan kendaraan truk menggunakan data PDRB berdasarkan hasil rata-rata pertumbuhan ekonomi atas dasar harga konstan, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.7. Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi

No.	Tahun	PDRB Konstan (Juta Rupiah)	i	%
1	2007	45371.62		
2	2008	47075.96	0.037564	3.76%
3	2009	49571.72	0.053016	5.30%
4	2010	52550.42	0.060089	6.01%
5	2011	55317.82	0.052662	5.27%
6	2012	58247.34	0.052958	5.30%
Rata-rata				5.13%
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>				

**Tabel 4.8. Prosentase Pertumbuhan
Kendaraan Truk**

No.	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (%)
1	2011	6.65
2	2012	6.77
3	2013	5.3
4	2014	6.01
2	2015	5.27
3	2016	5.3
Rata-rata		5.9
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>		

4.2.3 Pengolahan Data Lalu Lintas

Data lalu lintas didapat dari survei lalu-lintas pada tahun 2015. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan yang lewat dihitung menggunakan data kependudukan dan data PDRB Kab. Malang tahun 2017. Kemudian data yang telah diperoleh dibagi dengan faktor (K) sehingga menjadi satuan kendaraan per hari.

Jalan jalur lintas selatan ini diasumsikan dibuka pada tahun 2020 dengan umur rencana 10 tahun, oleh karena itu perlu menghitung pertumbuhan lalu-lintas tahun 2030 (akhir umur rencana). Tabel 4.9 menjelaskan proses perhitungan konversi dari data kendaraan tahun 2015 dalam satuan kendaraan per jam menjadi satuan kendaraan per hari.

Tabel 4.9. Konversi dari Kendaraan per Jam menjadi Kendaraan per Hari

No.	Jenis Kendaraan	Kendaraan per jam (1)	Faktor (k) (2)	Kendaraan per hari $(3) = (1) / (2)$
1	Sepeda motor	89	0.11	809
2	Sedan dan station	105	0.11	955
3	Oplet, Pick up, mini bus	78	0.11	709
4	Mikro Truk, mobil Hantaran	74	0.11	673
5	Bus Kecil	12	0.11	109
6	Bus Besar	7	0.11	64
7	Truk kecil 2 sumbu	24	0.11	218
8	Truk Besar 2 sumbu	12	0.11	109
9	Truk Besar 3 sumbu	5	0.11	45
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>				

Jalan direncanakan dibuka pada tahun 2020, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung pertumbuhan lalu lintas kendaraan pada tahun 2020.

Perhitungan volume lalu-lintas menggunakan angka pertumbuhan dari data PDRB tahun 2017 dan jumlah

penduduk Kab. Malang. Angka pertumbuhan jenis kendaraan tercantum pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Pertumbuhan Kendaraan per Tahun

No.	Jenis Kendaraan	i (%)
1	Sepeda motor	5%
2	Sedan dan station	5%
3	Oplet, Pick up, mini bus	1%
4	Mikro Truk, mobil Hantaran	1%
5	Bus Kecil	1%
6	Bus Besar	1%
7	Truk kecil 2 sumbu	6%
8	Truk Besar 2 sumbu	6%
9	Truk Besar 3 sumbu	6%

Angka pertumbuhan tiap kendaraan tersebut digunakan untuk menghitung volume lalu-lintas tahun 2020 sebagai asumsi awal dibukanya jalan jalur lintas selatan. Hasil perhitungan volume lalu-lintas tahun 2020 dan 2030 disajikan pada tabel 4.11. Berikut ini adalah perhitungan volume lalu-lintas tahun 2020 untuk kendaraan sepeda motor adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2020} &= \text{Volume kendaraan} \times (1+i)^2 \\
 &= 89 \times (1+0,05)^2 \\
 &= 98 \text{ kendaraan/ jam}
 \end{aligned}$$

Pada tugas akhir ini digunakan umur rencana 10 tahun dari awal pembukaan jalan. Sehingga perlu menghitung prediksi volume lalu-lintas pada tahun 2030. Contoh perhitungan volume lalu-lintas tahun 2030 untuk kendaraan sepeda motor adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2030} &= \text{LHR 2020} \times (1+i)^{10} \\
 &= 98 \times (1+0,06)^{10} \\
 &= 126 \text{ kendaraan/ jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.11. Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas

No.	Gol. Kendaraan	Jenis Kendaraan	Tahun 2018 (kend/jam)	Tahun 2020 (kend/jam)	Tahun 2025 (kend/jam)
1	1	Sepeda motor	89	98	126
2	2	Sedan dan station	105	116	149
3	3	Oplet, Pick up, mini bus	78	79	82
4	4	Mikro Truk, mobil Hantaran	74	75	78
5	5a	Bus Kecil	12	12	13
6	5b	Bus Besar	7	7	7
7	6a	Truk kecil 2 sumbu	24	27	36
8	6b	Truk Besar 2 sumbu	12	13	18
9	7a	Truk Besar 3 sumbu	5	6	7

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.4 Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan yang berasal dari stasiun hujan sekitar lokasi studi terlampir pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Perhitungan Data Curah Hujan

No.	TAHUN	Hujan Rata2 Max	Rata-rata	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
		X_i	\bar{X}		
1	2008	98.667	143.267	-44.600	1989.16
2	2009	101.667	143.267	-41.600	1730.56
3	2010	181.667	143.267	38.400	1474.56
4	2011	117.000	143.267	-26.267	689.94
5	2012	135.000	143.267	-8.267	68.34

6	2013	104.000	143.267	-39.267	1541.87
7	2014	184.000	143.267	40.733	1659.20
8	2015	214.667	143.267	71.400	5097.96
9	2016	93.667	143.267	-49.600	2460.16
10	2017	202.333	143.267	59.067	3488.87
Jumlah					20200.62

Perhitungan nilai standard deviasi menggunakan persamaan 2.43, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S_x &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{20200.62}{10-1}} \\
 &= 47,38
 \end{aligned}$$

Perhitungan curah hujan pada periode T tahun (10 tahun) menggunakan persamaan 2.45, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 X_t &= \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \\
 X_t &= 143,267 + \frac{47,38}{1,0206} (1,4999 - 0,5126) \\
 &= 189,097 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Nilai $Y_t = 1,4999$ (tabel 2.28)

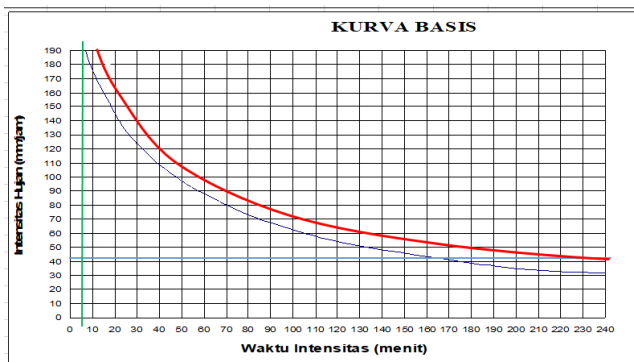
Nilai $Y_n = 0,5126$ (tabel 2.29)

Nilai $S_n = 1,0206$ (tabel 2.30)

Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka nilai I diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.45 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I &= \frac{90\% \times XT}{4} \\ &= \frac{90\% \times 189,097}{4} \\ &= 42,547 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Harga I kemudian diplotkan pada waktu intensitas t_c pada perhitungan bab 5 pada kurva basis dan ditarik garis lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis (gambar 2.16). Kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencana dengan harga I rencana = 43 mm/jam.



Gambar 4.3 Hasil Plot Waktu Intensitas

BAB V

PERENCANAAN GEOMETRIK

5.1 Dasar Perencanaan Jalan

5.1.1 Penampang Melintang Jalan

Berdasarkan peraturan perencanaan jalan Bina Marga, jalan yang direncanakan termasuk dalam klasifikasi Jalan Arteri.

Pada tugas akhir ini, ruas jalan arteri yang menghubungkan Jalan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo direncanakan kecepatan rencana 50 km/Jam, dengan 2 Lajur 2 Arah tak Terbagi (2/2 UD), lebar jalan 7 meter, lebar per lajur 3,5 meter, dengan lebar bahu jalan 2 meter.

5.2 Perencanaan Geometrik

5.2.1 Perencanaan Trase Jalan

Perencanaan trase jalan mempertimbangkan kondisi dilapangan yang nantinya akan mempengaruhi desain jalan itu sendiri. Dasar pemilihan trase mengacu pada panjang jalan, jumlah tikungan, jumlah alinyemen vertikal, jumlah jembatan, kemiringan medan, galian, dan timbunan pada jalan tersebut.

5.2.2 Pemilihan Alternatif Trase Jalan

Pemilihan alternatif trase jalan yang menghubungkan Desa Gajahrejo – Desa Sindurejo dilakukan dengan beberapa pertimbangan pada masing-masing alternatif. Data dari masing-masing kriteria dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Rekapitulasi Kriteria Penilaian

Kriteria	Alternatif 1 (biru)	Alternatif 2 (merah)
Panjang Trase (m)	5000	4897
Jumlah Tikungan	10	14
Jumlah Alinyemen Vertikal	6	8
Jumlah Jembatan	0	0
Kemiringan Medan	7,56	4,29
Galian (m3)	486418	794704.1
Timbunan (m3)	22630,0	50100
Perbandingan Galian dan Timbunan	1 : 21.5	1 : 15.9
Galian (Rp)	Rp 36,0801,953.00	Rp 60,125,206,018.00
Timbunan (Rp)	Rp 2.779,874,434.00	Rp 6,154,295,587.00
Total Pekerjaan Tanah	Rp 39,580,969,387.00	Rp 66,279,501,605.00
<i>Sumber : Data Perencana dan Hasil Perhitungan</i>		

Berdasarkan data di atas penulis dapat melakukan *scoring* kriteria untuk mempertimbangkan pemilihan trase. Rekapitulasi hasil *scoring* tersebut dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Rekapitulasi Hasil *Scoring*

Kriteria	<i>Scoring</i>	
	Alternatif 1	Alternatif 2
Panjang Trase (m)	5	4
Jumlah Tikungan	3	3
Jumlah Alinyemen Vertikal	4	3
Kemiringan Medan	5	3
Jumlah Jembatan	5	5
Galian (m3)	5	4
Timbunan (m3)	5	3
Perbandingan Galian dan Timbunan	5	4
Galian (Rp)	5	4
Timbunan (Rp)	5	4
Total Pekerjaan Tanah	5	4
Total	61	50
<i>Sumber : Data Perencana dan Hasil Perhitungan</i>		

Keterangan :

1 = Buruk Sekali

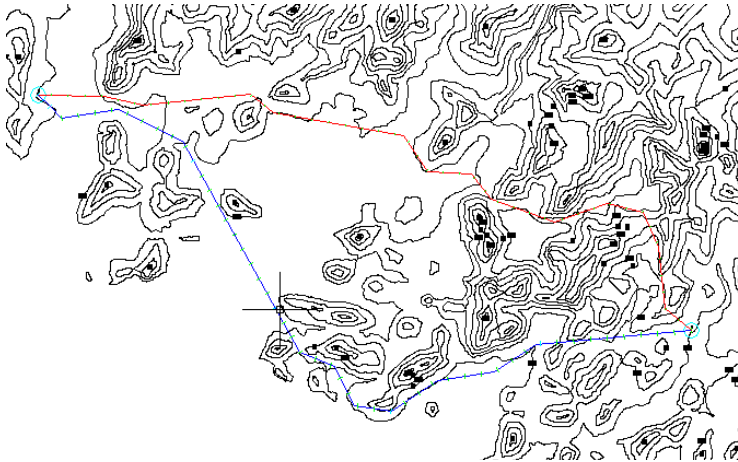
2 = Buruk

3 = Sedang

4 = Baik

5 = Baik Sekali

Berdasarkan hasil *Scoring* di atas maka trase yang dipilih adalah alternatif 1. Ilustrasi pemilihan trase berdasarkan panjang jalan dapat dilihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Gambar Trase Eksisting, Alternatif 1, dan Alternatif 2

5.2.3 Kondisi Medan

Klasifikasi medan ditentukan berdasarkan kemiringan rata-rata pada trase yang direncanakan berdasarkan tabel 2.10. Perhitungan kemiringan medan yang direncanakan dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Rekapitulasi Kemiringan Medan

NO	JARAK	STA	ELEVASI EKSISTING MUKATANAH	Δh tanah asli (m/km)
A	0	0+00	16.70	0
1	100	0+100	18.75	2.05
2	100	0+200	31.25	12.5
3	100	0+300	34.10	2.85
4	100	0+400	37.50	3.4
5	100	0+500	42.70	5.2
6	100	0+600	37.50	5.2
7	100	0+700	47.90	10.4
8	100	0+800	39.20	8.7
9	100	0+900	15.20	24
10	100	1+000	14.50	0.7
11	100	1+100	12.50	2
12	100	1+200	12.50	0
13	100	1+300	12.50	0
14	100	1+400	12.50	0
15	100	1+500	12.50	0
16	100	1+600	12.50	0
17	100	1+700	12.50	0
18	100	1+800	15.60	3.1
19	100	1+900	25.50	9.9
20	100	2+000	25.50	0
21	100	2+100	16.70	8.8
22	100	2+200	13.75	2.95
23	100	2+300	12.50	1.25
24	100	2+400	15.60	3.1

25	100	2+500	16.60	1
26	100	2+600	18.75	2.15
27	100	2+700	15.60	3.15
28	100	2+800	12.50	3.1
29	100	2+900	12.50	0
30	100	3+000	12.50	0
31	100	3+100	12.50	0
32	100	3+200	12.50	0
33	100	3+300	12.50	0
34	100	3+400	12.50	0
35	100	3+500	12.50	0
36	100	3+600	12.50	0
37	100	3+700	12.50	0
38	100	3+800	12.50	0
39	100	3+900	12.50	0
40	100	4+000	12.50	0
41	100	4+100	12.50	0
42	100	4+200	12.50	0
43	100	4+300	12.50	0
44	100	4+400	12.50	0
45	100	4+500	12.50	0
46	100	4+600	12.50	0
47	100	4+700	12.50	0
48	100	4+800	12.50	0
49	100	4+900	12.50	0
B	100	5+000	12.50	0
$\sum \Delta h$				115.50
Rata - rata kemiringan				23.59
<i>Sumber :Hasil perhitungan</i>				

Hasil perhitungan Δh menggunakan persamaan 2.29 pada bab 2 menunjukkan bahwa kondisi medan pada trase yang direncanakan adalah tipe alinyemen **perbukitan**.

5.2.4 Data Perencanaan Alinyemen Horizontal

Perencanaan Alinyemen Horizontal menggunakan peraturan Bina Marga, terdapat 3 (tiga) tipe yang tikungan yang dapat digunakan, antara lain Full Circle, Spiral-Circle-Spiral, dan Spiral-spiral.

Berdasarkan tabel 2.2 pada bab tinjauan pustaka kecepatan rencana yang digunakan adalah 60 km/jam. Kecepatan rencana ditentukan berdasarkan fungsi dan klasifikasi jalan, dalam hal ini arteri dengan medan datar sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan.

Berikut merupakan data perencanaan jalan :

- Klasifikasi Jalan : Jalan Arteri Sekunder
- Lebar jalan (2/2 UD) : 2 x 3,5m
- Kecepatan Rencana (V_R) : 60 km/jam
- e max : 10%
- e normal : 2%
- f maks : 0,153

5.2.5 Perhitungan Alinyemen Horizontal

A. Perhitungan Tikungan

Perhitungan Tikungan merupakan perhitungan parameter-parameter lengkung baik pada tipe *Full Circle*, *Spiral-Circle-Spiral* dan *Spiral-spiral*.

Berikut merupakan perhitungan parameter lengkung jalan rencana :

Data perencanaan jalan :

- Klasifikasi Jalan : Arteri Sekunder
- Lebar jalan (2/2 UD) : 2 x 3,5m

- Kecepatan Rencana (V_R) : 60km/jam
- e_{max} : 10%
- e_{normal} : 2%
- f_{maks} : 0,153

$$\begin{aligned}
 R_{min} &= \frac{V^2}{127 + (e_{max} + f_{maks})} \\
 &= \frac{60^2}{127 (0,10 + 0,153)} = 112,04 \text{ m} \approx 112 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tikungan PI 1

Tikungan terletak pada STA 0+459,19

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \Delta &= 29^\circ \\
 R_{min} &= 112 \text{ m} \\
 R &= 239 \text{ m} \\
 e_{maks} &= 10\% = 0,10 \\
 D_{maks} &= 12,784^\circ \\
 f_{maks} &= 0,153 \\
 L_s &= 50 \\
 e &= 0,073
 \end{aligned}$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\begin{aligned}
 \theta_s &= \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c} \\
 &= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 239} \\
 &= 5,99
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_c &= \Delta - 2\theta_s \\
 &= 29 - (2 \times 5,99) \\
 &= 17,01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_c &= \frac{\Delta c}{180} \times \Pi \times R \\
 &= \frac{17,01}{180} \times \Pi \times 130 \\
 &= 70,97 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}
 \end{aligned}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$\begin{aligned}
 L &= L_c + 2L_s \\
 &= 70,97 + (2 \times 50) \\
 &= 170,97 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{L_s^2}{6 \times R_c} \\
 &= \frac{50^2}{6 \times 239} \\
 &= 1,74 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\
 &= 1,74 - 239 \times (1 - \cos 5,99) \\
 &= 0,44 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\
 &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 239^2}\right) \\
 &= 49,95 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= X - R \times \sin \theta_s \\
 &= 49,95 - 230 \times (\sin 5,99) \\
 &= 24,99 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

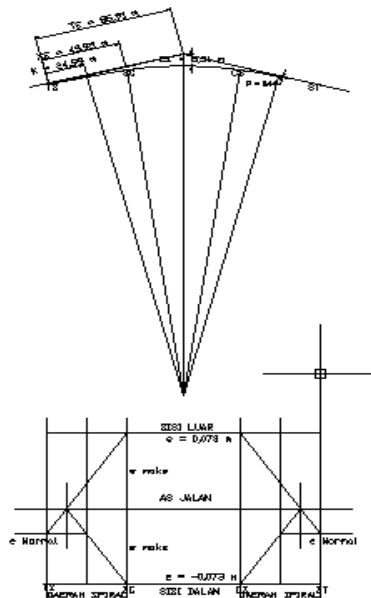
$$\begin{aligned}
 E_s &= (R_c + p) \times \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \\
 &= (239 + 0,44) \times \sec \frac{1}{2} \times 29 - 239 \\
 &= 8,31 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_s &= (R_c + p) \times \tg \frac{1}{2} \Delta + k \\
 &= (239 + 0,44) \times \tg \frac{1}{2} \times 29 + 24,99 \\
 &= 86,91 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$170,97 \text{ meter} < 2 \times 86,91 \text{ meter}$$

$$170,97 \text{ meter} < 173,83 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



**Gambar 5.2 Gambar Tikungan 1
Tikungan PI 2**

Tikungan terletak pada STA 0+838,82

Diketahui :

$$\Delta = 25^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 286 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\max} = 12,784^\circ$$

$$f_{\max} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,064$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\Theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 286}$$

$$= 5,01$$

$$\begin{aligned}\Delta_c &= \Delta - 2\theta_s \\ &= 25 - (2 \times 5,01) \\ &= 14,98\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R \\ &= \frac{14,98}{180} \times \Pi \times 286 \\ &= 74,79 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}\end{aligned}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$\begin{aligned}L &= L_c + 2L_s \\ &= 74,79 + (2 \times 50) \\ &= 174,79 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y &= \frac{L_s^2}{6 \times R_c} \\ &= \frac{50^2}{6 \times 286} \\ &= 1,46 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= Y - R \times (1 - \cos\theta_s) \\ &= 1,46 - 239 \times (1 - \cos 5,01) \\ &= 0,36 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$X = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right)$$

$$= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 286^2}\right)$$

$$= 49,96 \text{ meter}$$

$$K = X - R \times \sin \theta_s$$

$$= 49,96 - 286 \times (\sin 5,01)$$

$$= 24,99 \text{ meter}$$

$$E_s = (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c$$

$$= (286 + 0,36) \times \sec^{1/2} \Delta \times 25 - 286$$

$$= 7,32 \text{ meter}$$

$$T_s = (R_c + p) \times \tan^{1/2} \Delta + k$$

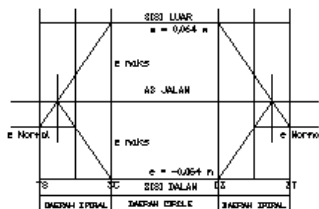
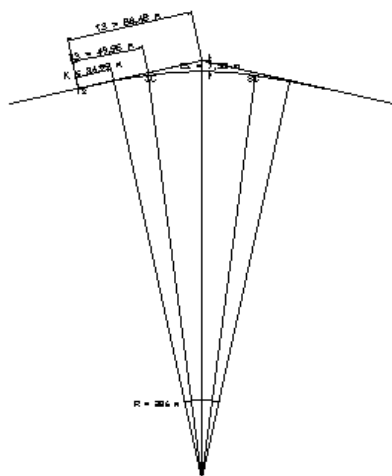
$$= (286 + 0,36) \times \tan^{1/2} \Delta \times 25 + 24,99$$

$$= 88,48 \text{ meter}$$

$$L < 2T_s$$

$$174,79 \text{ meter} < 2 \times 88,48 \text{ meter}$$

$$174,79 \text{ meter} < 176,96 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.3 Gambar Tikungan 2
Tikungan PI 3

Tikungan terletak pada STA 1+372,22

Diketahui :

$$\Delta = 26^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 286 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\max} = 12,784^\circ$$

$$f_{\max} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,064$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{Ls \cdot 90}{\Pi \cdot R_c} \\ &= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 286} \\ &= 5,01\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_c &= \Delta - 2\theta_s \\ &= 26 - (2 \times 5,01) \\ &= 15,98\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R \\ &= \frac{15,98}{180} \times \Pi \times 286 \\ &= 79,78 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}\end{aligned}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$\begin{aligned}L &= L_c + 2L_s \\ &= 79,78 + (2 \times 50) \\ &= 179,78 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y &= \frac{Ls^2}{6 \times R_c} \\ &= \frac{50^2}{6 \times 286} \\ &= 1,46 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$P = Y - R \times (1 - \cos\theta_s)$$

$$= 1,46 - 239 \times (1 - \cos 5,01)$$

$$= 0,36 \text{ meter}$$

$$X = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2}\right)$$

$$= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 286^2}\right)$$

$$= 49,96 \text{ meter}$$

$$K = X - R \times \sin \theta_s$$

$$= 49,96 - 286 \times (\sin 5,01)$$

$$= 24,99 \text{ meter}$$

$$Es = (Rc + p) \times \sec^{1/2} \Delta - Rc$$

$$= (286 + 0,36) \times \sec^{1/2} \Delta \times 26 - 286$$

$$= 7,90 \text{ meter}$$

$$Ts = (Rc + p) \times \tg^{1/2} \Delta + k$$

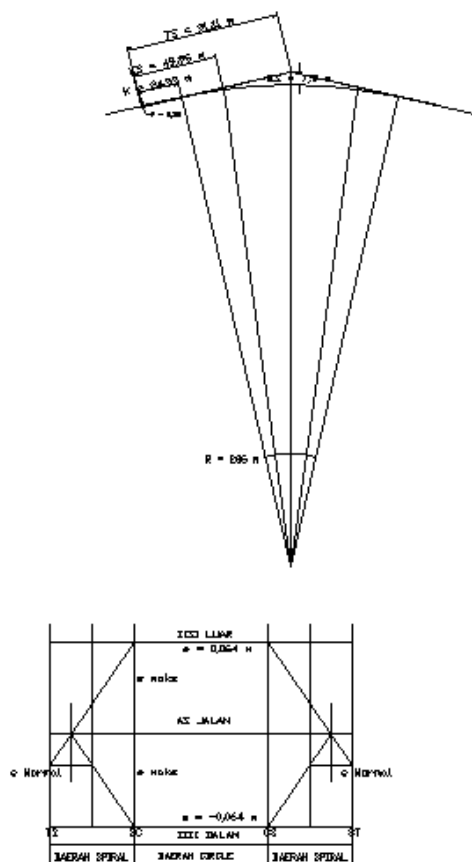
$$= (286 + 0,36) \times \tg^{1/2} \Delta \times 26 + 24,99$$

$$= 91,11 \text{ meter}$$

$$L < 2Ts$$

$$179,78 \text{ meter} < 2 \times 91,11 \text{ meter}$$

$$179,78 \text{ meter} < 182,21 \text{ meter} \dots\dots S-C-S \text{ OK}$$



Gambar 5.4 Tikungan 3
Tikungan PI 4

Tikungan terletak pada STA 2+040,39

Diketahui :

$$\Delta = 44^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 159 \text{ m}$$

$$e_{\text{maks}} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\text{maks}} = 12,784^{\circ}$$

$$f_{\text{maks}} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,091$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 159}$$

$$= 9,01$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 44 - (2 \times 9,01)$$

$$= 25,98$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R$$

$$= \frac{25,98}{180} \times \Pi \times 159$$

$$= 72,10 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$L = L_c + 2L_s$$

$$= 72,10 + (2 \times 50)$$

$$= 172,10 \text{ meter}$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{50^2}{6 \times 159}$$

$$= 2,62 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,62 - 159 \times (1 - \cos 9,01) \\ &= 0,66 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\ &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 159^2}\right) \\ &= 49,88 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X - R \times \sin \theta_s \\ &= 49,88 - 159 \times (\sin 9,01) \\ &= 24,98 \text{ meter} \end{aligned}$$

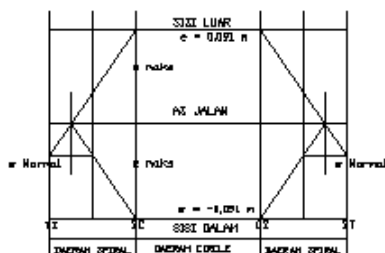
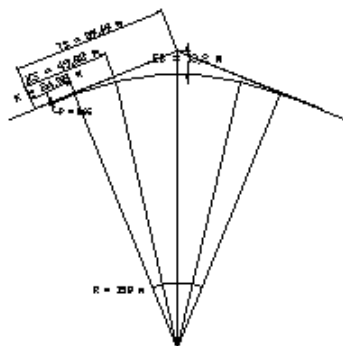
$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c \\ &= (159 + 0,66) \times \sec^{1/2} \times 44 - 159 \\ &= 13,20 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \times \tan^{1/2} \Delta + k \\ &= (159 + 0,66) \times \tan^{1/2} \times 44 + 24,98 \\ &= 89,49 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$172,10 \text{ meter} < 2 \times 89,49 \text{ meter}$$

$$172,10 \text{ meter} < 178,97 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.5 Gambar Tikungan 4
Tikungan PI 5

Tikungan terletak pada STA 2+181,35

Diketahui :

$$\Delta = 53^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 159 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\max} = 12,784^\circ$$

$$f_{\text{maks}} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,091$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 159}$$

$$= 9,01$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 53 - (2 \times 9,01)$$

$$= 34,98$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R$$

$$= \frac{34,98}{180} \times \Pi \times 159$$

$$= 97,08 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$L = L_c + 2L_s$$

$$= 97,08 + (2 \times 50)$$

$$= 197,08 \text{ meter}$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{50^2}{6 \times 159}$$

$$= 2,62 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,62 - 159 \times (1 - \cos 9,01) \\ &= 0,66 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\ &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 159^2}\right) \\ &= 49,88 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X - R \times \sin \theta_s \\ &= 49,88 - 159 \times (\sin 9,01) \\ &= 24,98 \text{ meter} \end{aligned}$$

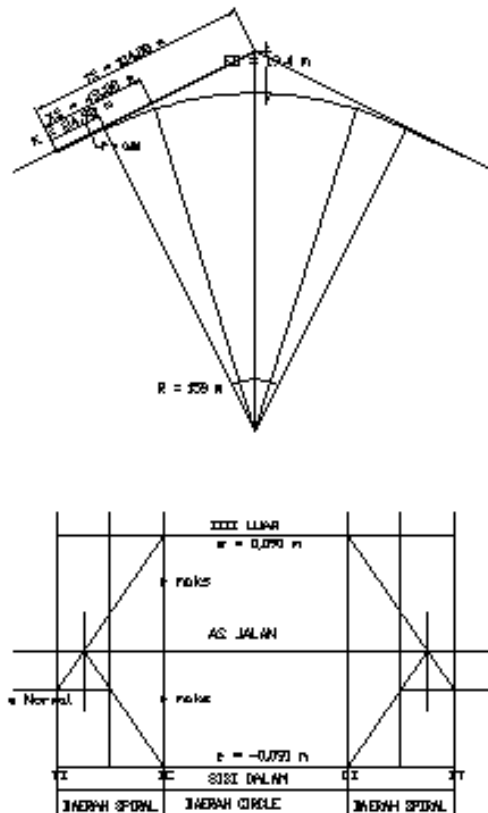
$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c \\ &= (159 + 0,66) \times \sec^{1/2} \times 53 - 159 \\ &= 19,40 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \times \tan^{1/2} \Delta + k \\ &= (159 + 0,66) \times \tan^{1/2} \times 53 + 24,98 \\ &= 104,58 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$197,08 \text{ meter} < 2 \times 104,58 \text{ meter}$$

$$197,08 \text{ meter} < 209,16 \text{ meter} \dots\dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.6 Gambar Tikungan 5
Tikungan PI 6

Tikungan terletak pada STA 2+445,48

Diketahui :

$$\Delta = 39^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 205 \text{ m}$$

$$e_{\text{maks}} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\text{maks}} = 12,784^{\circ}$$

$$f_{\text{maks}} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,08$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 205}$$

$$= 6,99$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 39 - (2 \times 6,99)$$

$$= 25,03$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R$$

$$= \frac{25,03}{180} \times \Pi \times 205$$

$$= 89,54 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$L = L_c + 2L_s$$

$$= 89,54 + (2 \times 50)$$

$$= 189,54 \text{ meter}$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{50^2}{6 \times 509}$$

$$= 2,03 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,03 - 205 \times (1 - \cos 6,99) \\ &= 0,66 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\ &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 209^2}\right) \\ &= 49,93 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X - R \times \sin \theta_s \\ &= 49,93 - 205 \times (\sin 6,99) \\ &= 24,99 \text{ meter} \end{aligned}$$

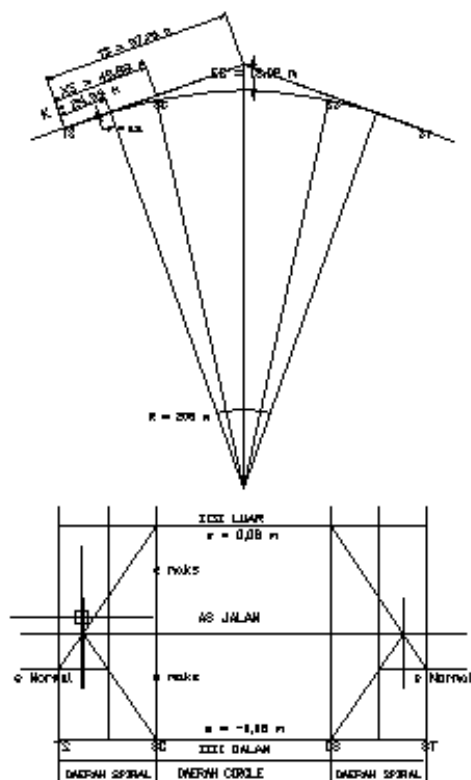
$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \times \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \\ &= (205 + 0,51) \times \sec \frac{1}{2} \times 39 - 205 \\ &= 13,02 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \times \tan \frac{1}{2} \Delta + k \\ &= (205 + 0,51) \times \tan \frac{1}{2} \times 39 + 24,99 \\ &= 97,76 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$189,54 \text{ meter} < 2 \times 97,76 \text{ meter}$$

$$189,54 \text{ meter} < 195,52 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.7 Gambar Tikungan 6
Tikungan PI 7

Tikungan terletak pada STA 2+903,14

Diketahui :

$$\Delta = 38^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 205 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\max} = 12,784^\circ$$

$$f_{\text{maks}} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,08$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 205}$$

$$= 6,99$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 38 - (2 \times 6,99)$$

$$= 24,03$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R$$

$$= \frac{24,03}{180} \times \Pi \times 205$$

$$= 85,96 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$L = L_c + 2L_s$$

$$= 85,96 + (2 \times 50)$$

$$= 185,96 \text{ meter}$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{50^2}{6 \times 509}$$

$$= 2,03 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,03 - 205 \times (1 - \cos 6,99) \\ &= 0,66 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\ &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 209^2}\right) \\ &= 49,93 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X - R \times \sin \theta_s \\ &= 49,93 - 205 \times (\sin 6,99) \\ &= 24,99 \text{ meter} \end{aligned}$$

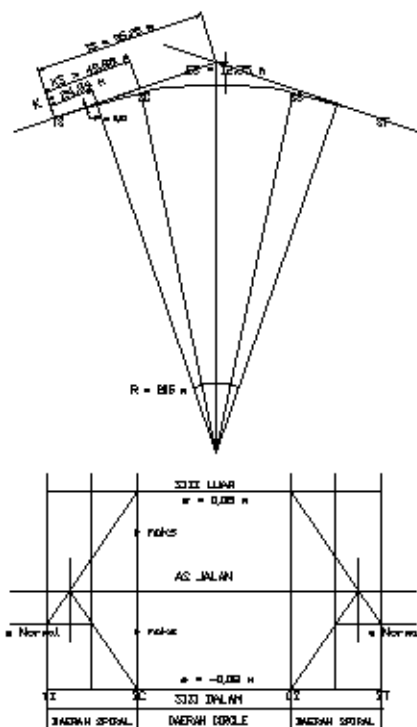
$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c \\ &= (205 + 0,51) \times \sec^{1/2} \times 38 - 205 \\ &= 12,35 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \times \tan^{1/2} \Delta + k \\ &= (205 + 0,51) \times \tan^{1/2} \times 38 + 24,99 \\ &= 95,75 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$185,96 \text{ meter} < 2 \times 95,75 \text{ meter}$$

$$185,56 \text{ meter} < 191,50 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.8 Gambar Tikungan 7

Tikungan PI 8

Tikungan terletak pada STA 3+312,17

Diketahui :

$$\Delta = 34^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 205 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\text{maks}} = 12,784^\circ$$

$$f_{\text{maks}} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,08$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 205}$$

$$= 6,99$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 34 - (2 \times 6,99)$$

$$= 20,03$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R$$

$$= \frac{20,03}{180} \times \Pi \times 205$$

$$= 71,65 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$L = L_c + 2L_s$$

$$= 71,65 + (2 \times 50)$$

$$= 171,65 \text{ meter}$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{50^2}{6 \times 509}$$

$$= 2,03 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,03 - 205 \times (1 - \cos 6,99) \\ &= 0,66 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\ &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 209^2}\right) \\ &= 49,93 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X - R \times \sin \theta_s \\ &= 49,93 - 205 \times (\sin 6,99) \\ &= 24,99 \text{ meter} \end{aligned}$$

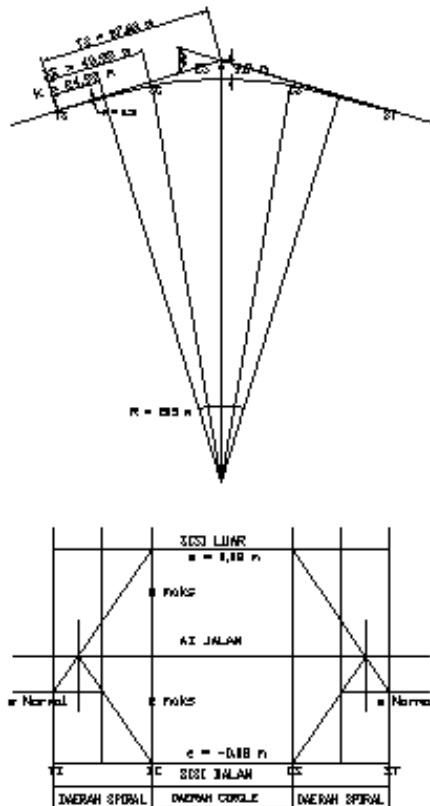
$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c \\ &= (205 + 0,51) \times \sec^{1/2} \times 34 - 205 \\ &= 9,90 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \times \tan^{1/2} \Delta + k \\ &= (205 + 0,51) \times \tan^{1/2} \times 34 + 24,99 \\ &= 87,82 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$171,65 \text{ meter} < 2 \times 87,82 \text{ meter}$$

$$171,65 \text{ meter} < 175,64 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.9 Gambar Tikungan 8

Tikungan PI 9

Tikungan terletak pada STA 3+067,13

Diketahui :

$$\Delta = 36^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 205 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\text{maks}} = 12,784^\circ$$

$$f_{\text{maks}} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,08$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 1205}$$

$$= 6,99$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 36 - (2 \times 6,99)$$

$$= 22,03$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R$$

$$= \frac{22,03}{180} \times \Pi \times 205$$

$$= 78,81 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$L = L_c + 2L_s$$

$$= 78,81 + (2 \times 50)$$

$$= 178,81 \text{ meter}$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{50^2}{6 \times 509}$$

$$= 2,03 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,03 - 205 \times (1 - \cos 6,99) \\ &= 0,66 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\ &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 209^2}\right) \\ &= 49,93 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X - R \times \sin \theta_s \\ &= 49,93 - 205 \times (\sin 6,99) \\ &= 24,99 \text{ meter} \end{aligned}$$

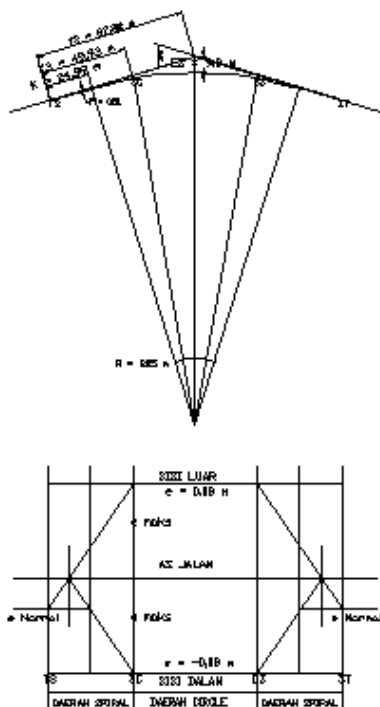
$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c \\ &= (205 + 0,51) \times \sec^{1/2} \times 34 - 205 \\ &= 11,09 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \times \tan^{1/2} \Delta + k \\ &= (205 + 0,51) \times \tan^{1/2} \times 34 + 24,99 \\ &= 91,76 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$178,81 \text{ meter} < 2 \times 91,76 \text{ meter}$$

$$178,81 \text{ meter} < 183,52 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.10 Tikungan 9

Tikungan PI 10

Tikungan terletak pada STA 4+295,93

Diketahui :

$$\Delta = 54^\circ$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

$$R = 159 \text{ m}$$

$$e_{\max} = 10\% = 0,10$$

$$D_{\text{maks}} = 12,784^\circ$$

$$f_{\text{maks}} = 0,153$$

$$L_s = 50$$

$$e = 0,091$$

Perhitungan Lengkung S-C-S

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\Pi \cdot R_c}$$

$$= \frac{50 \cdot 90}{\Pi \cdot 159}$$

$$= 9,01$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 53 - (2 \times 9,01)$$

$$= 35,98$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \times \Pi \times R$$

$$= \frac{35,98}{180} \times \Pi \times 159$$

$$= 99,85 \text{ meter} > 20 \text{ meter} \dots\dots \text{OK (S-C-S)}$$

Karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 20 meter, maka disarankan menggunakan lengkung tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah perhitungan parameter dari lengkung tipe S-C-S :

$$L = L_c + 2L_s$$

$$= 99,85 + (2 \times 50)$$

$$= 199,85 \text{ meter}$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{50^2}{6 \times 159}$$

$$= 2,62 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P &= Y - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 2,62 - 159 \times (1 - \cos 9,01) \\ &= 0,66 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \\ &= 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 159^2}\right) \\ &= 49,88 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= X - R \times \sin \theta_s \\ &= 49,88 - 159 \times (\sin 9,01) \\ &= 24,98 \text{ meter} \end{aligned}$$

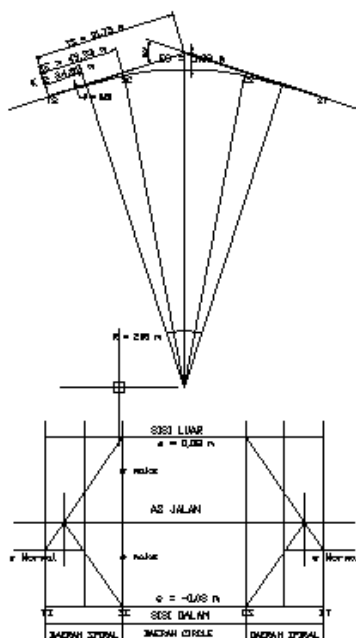
$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \times \sec^{1/2} \Delta - R_c \\ &= (159 + 0,66) \times \sec^{1/2} \times 54 - 159 \\ &= 20,19 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \times \tan^{1/2} \Delta + k \\ &= (159 + 0,66) \times \tan^{1/2} \times 54 + 24,98 \\ &= 106,33 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L < 2T_s$$

$$199,85 \text{ meter} < 2 \times 106,33 \text{ meter}$$

$$199,85 \text{ meter} < 212,66 \text{ meter} \dots\dots \text{S-C-S OK}$$



Gambar 5.11 Tikungan 10

Untuk perhitungan lengkung *Spiral-Circle-Spiral* yang lainnya tercantum pada tabel 5.4.

Tabel 5.4. Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal

Kode	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10
Tipe Tikungan	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S
Δ	29	25	26	44	53	39	38	34	36	54
Ls	50	50	50	50.00	50	50	50	50	50	50
R	239	286	286	159	159	205	205	205	205	159
e	0.073	0.064	0.064	0.091	0.091	0.08	0.080	0.08	0.08	0.091
es	5.99	5.01	5.01	0.00	9.01	6.99	6.99	6.99	6.99	9.01
ΔC	17.01	14.98	15.98	79.78	34.98	25.03	24.03	20.03	22.03	35.98
LC	70.97	74.79	79.78	179.78	97.08	89.54	85.96	71.65	78.81	99.85
L	170.97	174.79	179.78	0.00	197.08	189.54	185.96	171.65	178.81	199.85
Y	1.74	1.46	1.46	2.62	2.62	2.03	2.03	2.03	2.03	2.62
X	49.95	49.96	49.96	49.88	49.88	49.93	49.93	49.93	49.93	49.88
P	0.44	0.36	0.36	0.66	0.66	0.51	0.51	0.51	0.51	0.66
K	24.99	24.99	24.99	24.98	24.98	24.99	24.99	24.99	24.99	24.98
TS	86.91	88.48	91.11	89.49	104.58	97.76	95.75	87.82	91.76	106.33
ES	8.31	7.32	7.90	13.20	19.40	13.02	12.35	9.90	11.09	20.19

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Jarak Kebebasan Pada Tikungan dan Pelebaran di Tikungan

Perhitungan jarak kebebasan samping dimaksudkan untuk memberikan jarak aman pengendara untuk melihat rintangan di depannya. Contoh perhitunggan jarak kebebasan pada tikungan 1 adalah sebagai berikut :

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 \times S}{R'} \right) \right]$$

$$\begin{aligned} R' &= R - \left(\frac{1}{2} \times \text{lebar jalan} \right) \\ &= 130 - \left(\frac{1}{2} \times 7 \right) \\ &= 128,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S = 75 \text{ m (diambil dari tabel 2.30)}$$

$$L = 240,13 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} E &= R' \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 \times S}{R'} \right) \right] \\ &= 128,25 \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 \times 75}{128,25} \right) \right] \\ &= 5,37 \text{ m} \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan jarak kebebasan kesamping untuk tikungan lainnya serta besar pelebaran yang dibutuhkan pada tikungan disajikan pada tabel 5.5. Nilai ini diperoleh berdasarkan tabe 2.4 pada bab tinjauan pustaka

Tabel 5.5. Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan pada Tikungan dan Pelebaran di Tikungan dalam meter

Kode	R'	S	L	E
P1	237.25	75.00	170.97	2.94
P2	284.25	75.00	174.79	2.45
P3	284.25	75.00	179.78	2.45
P4	157.25	75.00	172.10	4.40
P5	157.25	75.00	197.08	4.40
P6	203.25	75.00	189.54	3.42
P7	203.25	75.00	185.96	3.42
P8	203.25	75.00	171.65	3.42
P9	203.25	75.00	178.81	3.42
P10	157.25	75.00	199.85	4.40
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>				

B. Perhitungan Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal didefinisikan sebagai perpotongan antara bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994).

Perencanaan alinyemen vertikal mempertimbangkan berbagai aspek, khususnya pada galian dan timbunan, karena hal ini akan berdampak langsung pada biaya konstruksi jalan itu sendiri.

A. Perhitungan Kelandaian Rencana

$$g_n = \frac{\Delta h}{\Delta L} \times 100\%$$

Tahapan perhitungan :

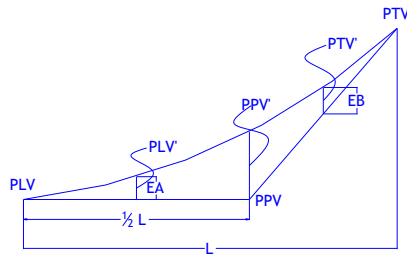
$$\begin{aligned}
 g_1 &= \frac{El. A - El. B}{Jarak} \times 100\% \\
 &= \frac{12.5 - 12.5}{200} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 0\%$$

$$\begin{aligned} g_2 &= \frac{El. B - El. C}{Jarak} \times 100\% \\ &= \frac{12,5 - 25}{500} \times 100\% \\ &= -2,5\% \end{aligned}$$

Perhitungan lengkung vertikal dimulai pada STA PPV, perhitungan STA PLV dan PTV serta perhitungan Elevasi PLV dan PTV.

Perhitungan lengkung vertikal menggunakan konsep parabola dimana ada beberapa parameter yang harus dihitung, berikut merupakan gambaran konsep perhitungan lengkung vertikal pada tugas akhir ini :



Gambar 5.12 Parameter Lengkung Vertikal

Tahapan Perhitungan :

PV1 Sta 0+200

Diketahui :

El. PPV 1	= +12.5 m
VD	= 60 km/jam
JPH	= 55 m
g1	= 0 %
g2	= -2,5%

$$\begin{aligned}
 A &= g1 - g2 \\
 &= 0\% - (-2,5\%) = 2,5\% \text{ (Cekung)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan L

Untuk L (S<L)

$$L = \frac{A S^2}{150+3,50S}$$

$$L = \frac{2,5 \times 55^2}{150+(3,50 \times 55)}$$

$$L = 22,08 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S < L$ (tidak memenuhi)

Untuk L (S>L)

$$L = 2 S - \frac{150+3,50S}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{150+3,50 \times 55}{2,5}$$

$$L = -81 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S > L$ (memenuhi)

L Kenyamanan Mengemudi

$$L = \frac{A V^2}{390}$$

$$L = \frac{2,5 \times 60}{390}$$

$$L = 23,08 \text{ m}$$

L Keluwesan Bentuk

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 60$$

$$L = 36,00 \text{ m}$$

L Persyaratan Drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 2,5$$

$$L = 100 \text{ m}$$

L Minimum

$$L = \frac{S}{405}$$

$$L = \frac{55}{405}$$

$$L = 7,469 \text{ m}$$

Sehingga L yang terbesar adalah 100 m

Perhitungan Elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned} \text{Pergeseran Vertikal (Ev)} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{2,5 \times 100}{800} \\ &= 0,313 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\ &= 0+200 - (100/2) \\ &= 0+200 - 50 \\ &= 0+150 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PLV} &= \text{El. PPV} + (L/2 \times g1) \\ &= +12,5 + (100/2 \times 0\%) \\ &= 12.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\ &= 0+200 + (100/2) \end{aligned}$$

$$= 0+250$$

$$\begin{aligned}\text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g_2) \\ &= +12,5 - (100/2 \times 2,5\%) \\ &= +13,75 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi PLV' dan PTV'

$$\begin{aligned}\text{STA PLV}' &= \text{STA PPV} - (0,25L) \\ &= 0+200 - (0,25 \times 100) \\ &= 0+200 - 25 \\ &= 0+175\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (STA PLV' - STA PLV)^2} \\ &= \frac{2,5}{200 \times 100 \times (175 - 150)^2} \\ &= 0,078 \text{ meter}\end{aligned}$$

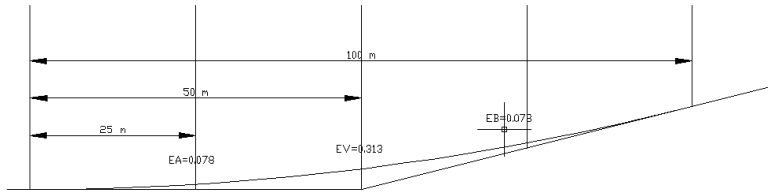
$$\begin{aligned}\text{El. PLV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g_1) + y' \\ &= +12,5 - (0,25 \times 100 \times 0\%) + 0,078 \\ &= +12,5 - (25 \times 1,3175\%) + 0,078 \\ &= +12,422 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA PTV}' &= \text{STA PPV} + (0,25L) \\ &= 0+200 + (0,25 \times 100) \\ &= 0+200 + 25 \\ &= 0+225\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (STA PTV' - STA PTV)^2} \\ &= \frac{2,5}{200 \times 100 \times (200 - 225)^2} \\ &= 0,078 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{El. PTV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g_2) + y' \\ &= +12,5 - (0,25 \times 100 \times 2,5\%) + 0,078\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= +12,5 - (25 \times 2,5\%) + 0,2078 \\
 &= +13,047 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.13 Gambar Lengkung Vertikal Cekung PV1

PV2 Sta 0+600

Diketahui :

El. PPV 2 = +25,00 m

VD = 60 km/jam

JPH = 55 m

g1 = 2,5%

g2 = 3,125%

A = g1 - g2

= 2,5% - 3,125% = -0,625% (Cembung)

Perhitungan L

Untuk L (S < L)

$$L = 2 S - \frac{A S^2}{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{0,625 \times 55^2}{200 (\sqrt{1,2} + \sqrt{0,1})^2}$$

$$L = 4,744 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai L = S < L (tidak memenuhi)

Untuk L (S>L)

$$L = 2 S - \frac{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{200 (\sqrt{1,2} + \sqrt{0,1})^2}{0,625}$$

$$L = -527,7 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai L = S>L (memenuhi)

L Persyaratan Drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 0,625$$

$$L = 25 \text{ m}$$

L Minimum

$$L = \frac{S^2}{405}$$

$$L = \frac{55^2}{405}$$

$$L = 7,469 \text{ m}$$

Sehingga L yang terbesar untuk lengkung vertikal cembung adalah 25 m

Perhitungan Elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned} \text{Pergeseran Vertikal (Ev)} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{0,625 \times 25}{800} \\ &= 0,020 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\
 &= 0+600 - (25/2) \\
 &= 0+600 - 12,5 \\
 &= 0+587,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PLV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g1) \\
 &= +25,000 - (25/2 \times 2,5\%) \\
 &= + 25,313 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\
 &= 0+600 + (25/2) \\
 &= 0+600 + 12,5 \\
 &= 0+612,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g2) \\
 &= +25,000 - (25/2 \times 3,125\%) \\
 &= +24,609 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi PLV' dan PTV'

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV}' &= \text{STA PPV} - (0,25L) \\
 &= 0+600 - (0,25 \times 25) \\
 &= 0+600 - 6,25 \\
 &= 0+606,25
 \end{aligned}$$

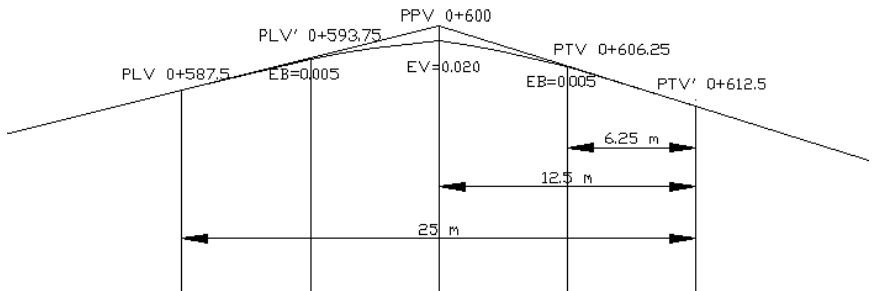
$$\begin{aligned}
 Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (\text{STA PLV}' - \text{STA PLV})^2} \\
 &= \frac{0,625}{200 \times 25,000 \times (593,75 - 587,50)^2} \\
 &= 0,005 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PLV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g1) + y' \\
 &= +25,000 - (0,25 \times 25 \times 2,5\%) - 0,005 \\
 &= +25,000 - (6,25 \times 2,5\%) - 0,005
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= +25,151 \text{ m} \\
 \text{STA PTV}' &= \text{STA PPV} + (0,25L) \\
 &= 0+600 + (0,25 \times 25) \\
 &= 0+600 + 6,25 \\
 &= 0+606,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (\text{STA PTV} - \text{STA PTV}')^2} \\
 &= \frac{0,625}{200 \times 25 \times (612,5 - 606,25)^2} \\
 &= 0,005 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PTV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g_2) + y' \\
 &= +25,000 - (0,25 \times 25 \times 3,125\%) - 0,005 \\
 &= +25,000 - (6,25 \times 3,125\%) - 0,005 \\
 &= +24,800 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.14 Gambar Lengkung Vertikal Cembung PV2

PV3 Sta 0+1000

Diketahui :

El. PPV 3 = +12,5 m

VD = 60 km/jam

JPH = 55 m

g1 = 0%

g2 = -3,125%

A = g1 - g2

= 0% - (-3,125) = -3,125% (Cekung)

Perhitungan LUntuk L (S<L)

$$L = \frac{A S^2}{150+3,50S}$$

$$L = \frac{3,125 \times 55^2}{150+(3,50 \times 55)}$$

$$L = 27,600 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai L = S<L (tidak memenuhi)

Untuk L (S>L)

$$L = 2 S - \frac{150+3,50S}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{150+3,50 \times 55}{3,125}$$

$$L = -64,800 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai L = S>L (memenuhi)

L Kenyamanan Mengemudi

$$L = \frac{A V^2}{390}$$

$$L = \frac{3,125 \times 60}{390}$$

$$L = 28,85 \text{ m}$$

L Keluwesan Bentuk

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 60$$

$$L = 36,00 \text{ m}$$

L Persyaratan Drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 3,125$$

$$L = 125 \text{ m}$$

L Minimum

$$L = \frac{S}{405}$$

$$L = \frac{55}{405}$$

$$L = 7,469 \text{ m}$$

Sehingga L yang terbesar adalah 125 m

Perhitungan Elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned} \text{Pergeseran Vertikal (Ev)} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{3,125 \times 125}{800} \\ &= 0,488 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\ &= 0+1000 - (125/2) \\ &= 0+1000 - 62,5 \\ &= 0+937,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PLV} &= \text{El. PPV} + (L/2 \times g1) \\
 &= +12,5 + (125/2 \times 0\%) \\
 &= 12,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\
 &= 0+1000 + (125 /2) \\
 &= 0+1062,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g2) \\
 &= +12,5 - (125/2 \times 3,125\%) \\
 &= +114,453 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi PLV' dan PTV'

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV}' &= \text{STA PPV} - (0,25L) \\
 &= 0+1000 - (0,25 \times 125) \\
 &= 0+1000 - 31,25 \\
 &= 0+968,75
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (STA PLV' - STA PLV)^2} \\
 &= \frac{3,125}{200 \times 125 \times (968,75 - 937,5)^2} \\
 &= 0,122 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El. PLV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g1) + y' \\
 &= +12,5 - (0,25 \times 125 \times 0\%) + 0,122 \\
 &= +12,5 - (25 \times 1,3175\%) + 0,122 \\
 &= +12,378 \text{ m}
 \end{aligned}$$

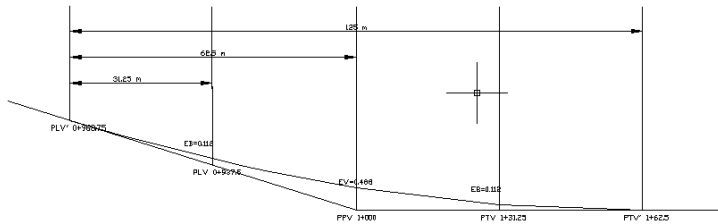
$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV}' &= \text{STA PPV} + (0,25L) \\
 &= 0+1000 + (0,25 \times 125) \\
 &= 0+1000 + 31,25 \\
 &= 0+1031,25
 \end{aligned}$$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L \times (STA PTV - STA PTV')^2}$$

$$= \frac{3,125}{200 \times 100 \times (1062,50 - 1031,25)^2}$$

$$= 0,122 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PTV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g2) + y' \\ &= +12,5 - (0,25 \times 125 \times 3,125\%) + 0,122 \\ &= +12,5 - (31,25 \times 3,125\%) + 0,122 \\ &= +13,354 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5.15 Gambar Lengkung Vertikal Cembung PV3

PV4 Sta 1+1700

Diketahui :

El. PPV 1 = +12.5 m

VD = 60 km/jam

JPH = 55 m

g1 = 0 %

g2 = -2,5%

A = g1 - g2
= 0% - (-2,5%) = 2,5% (Cekung)

Perhitungan L

Untuk L (S<L)

$$L = \frac{A S^2}{150 + 3,50S}$$

$$L = \frac{2,5 \times 55^2}{150 + (3,50 \times 55)}$$

$$L = 22,08 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S < L$ (tidak memenuhi)

Untuk $L (S > L)$

$$L = 2S - \frac{150 + 3,50S}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{150 + 3,50 \times 55}{2,5}$$

$$L = -81 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S > L$ (memenuhi)

L Kenyamanan Mengemudi

$$L = \frac{A V^2}{390}$$

$$L = \frac{2,5 \times 60}{390}$$

$$L = 23,08 \text{ m}$$

L Keluwesan Bentuk

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 60$$

$$L = 36,00 \text{ m}$$

L Persyaratan Drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 2,5$$

$$L = 100 \text{ m}$$

L Minimum

$$L = \frac{S}{405}$$

$$L = \frac{55}{405}$$

$$L = 7,469 \text{ m}$$

Sehingga L yang terbesar adalah 100 m

Perhitungan Elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned} \text{Pergeseran Vertikal (Ev)} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{2,5 \times 100}{800} \\ &= 0,313 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\ &= 0+170000 - (100 / 2) \\ &= 0+1700 - 50 \\ &= 0+1650 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PLV} &= \text{El. PPV} + (L/2 \times g1) \\ &= +12,5 + (100/2 \times 0\%) \\ &= 12.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\ &= 0+1700 + (100 / 2) \\ &= 0+1750 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g2) \\ &= +12,5 - (100/2 \times 2,5\%) \\ &= +13,75 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi PLV' dan PTV'

$$\text{STA PLV}' = \text{STA PPV} - (0,25L)$$

$$= 0+1700 - (0,25 \times 100)$$

$$= 0+1700 - 25$$

$$= 0+1675$$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L \times (STA_{PLV'} - STA_{PLV})^2}$$

$$= \frac{2,5}{200 \times 100 \times (1675 - 1650)^2}$$

$$= 0,078 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PLV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g1) + y' \\ &= +12,5 - (0,25 \times 100 \times 0 \%) + 0,078 \\ &= +12,5 - (25 \times 1,3175\%) + 0,078 \\ &= +12,422 \text{ m} \end{aligned}$$

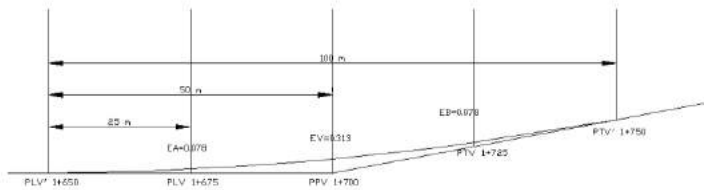
$$\begin{aligned} \text{STA PTV}' &= \text{STA PPV} + (0,25L) \\ &= 0+1700 + (0,25 \times 100) \\ &= 0+1700 + 25 \\ &= 0+1725 \end{aligned}$$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L \times (STA_{PTV} - STA_{PTV}')^2}$$

$$= \frac{2,5}{200 \times 100 \times (1750 - 1725)^2}$$

$$= 0,078 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PTV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g2) + y' \\ &= +12,5 - (0,25 \times 100 \times 2,5\%) + 0,078 \\ &= +12,5 - (25 \times 2,5\%) + 0,2078 \\ &= +13,047 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5.16 Gambar Lengkung Vertikal Cembung PV4

PV5 Sta 2+000

Diketahui :

El. PPV 2 = +20,00 m

VD = 60 km/jam

JPH = 55 m

$g_1 = 1,875\%$

$g_2 = 2,5\%$

$A = g_1 - g_2$

$= 1,875\% - 2,5\% = -0,625\%$ (Cembung)

Perhitungan L

Untuk L (S<L)

$$L = 2S - \frac{A S^2}{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{0,625 \times 55^2}{200 (\sqrt{1,2} + \sqrt{0,1})^2}$$

$$L = 4,744 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S < L$ (tidak memenuhi)

Untuk L (S>L)

$$L = 2S - \frac{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{200 (\sqrt{1,2} + \sqrt{0,1})^2}{0,625}$$

$$L = -527,7 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S > L$ (memenuhi)

L Persyaratan Drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 0,625$$

$$L = 25 \text{ m}$$

L Minimum

$$L = \frac{S^2}{405}$$

$$L = \frac{55^2}{405}$$

$$L = 7,469 \text{ m}$$

Sehingga L yang terbesar untuk lengkung vertikal cembung adalah 25 m

Perhitungan Elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned} \text{Pergeseran Vertikal (Ev)} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{0,625 \times 25}{800} \\ &= 0,020 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\ &= 0+2000 - (25/2) \\ &= 0+2000 - 12,5 \end{aligned}$$

$$= 0+2987,5$$

$$\begin{aligned}\text{El. PLV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g_1) \\ &= +20,000 - (25/2 \times 1,875\%) \\ &= + 20,234 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\ &= 0+2000 + (25/2) \\ &= 0+2000 + 12,5 \\ &= 0+2012,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g_2) \\ &= +20,000 - (25/2 \times 2,5\%) \\ &= +19,688 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi PLV' dan PTV'

$$\begin{aligned}\text{STA PLV}' &= \text{STA PPV} - (0,25L) \\ &= 0+2000 - (0,25 \times 25) \\ &= 0+2000 - 6,25 \\ &= 0+1993,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (\text{STA PLV}' - \text{STA PLV})^2} \\ &= \frac{0,625}{200 \times 25,000 \times (1993,75 - 1987,5)^2} \\ &= 0,005 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{El. PLV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g_1) + y' \\ &= +20,000 - (0,25 \times 25 \times 2,5\%) - 0,005 \\ &= +20,000 - (6,25 \times 2,5\%) - 0,005 \\ &= +20,112 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA PTV}' &= \text{STA PPV} + (0,25L) \\ &= 0+2000 + (0,25 \times 25) \\ &= 0+2000 + 6,25\end{aligned}$$

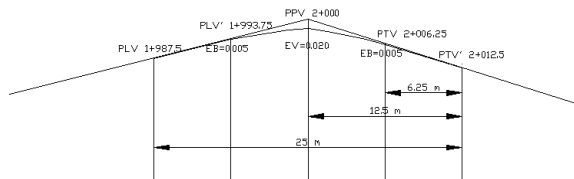
$$= 0+2006,25$$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L \times (STA_{PTV} - STA_{PTV'})^2}$$

$$= \frac{0,625}{200 \times 25 \times (2012,5 - 2005,25)^2}$$

$$= 0,005 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PTV}' &= \text{El. PPV} - (0,25L \times g_2) + y' \\ &= +20,000 - (0,25 \times 25 \times 3,125\%) - 0,005 \\ &= +20,000 - (6,25 \times 3,125\%) - 0,005 \\ &= +19,839 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5.17 Gambar Lengkung Vertikal Cekung PV5

PV6 Sta 2+500

Diketahui :

$$\text{El. PPV 1} = +12,5 \text{ m}$$

$$\text{VD} = 60 \text{ km/jam}$$

$$\text{JPH} = 55 \text{ m}$$

$$g_1 = 0,096 \%$$

$$g_2 = -2,5\%$$

$$A = g_1 - g_2$$

$$= 0,096\% - (-2,5\%) = 2,596\% \text{ (Cekung)}$$

Perhitungan L

Untuk L (S<L)

$$L = \frac{A S^2}{150 + 3,50S}$$

$$L = \frac{2,596 \times 55^2}{150 + (3,50 \times 55)}$$

$$L = 23,93 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S < L$ (tidak memenuhi)

Untuk L ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{150 + 3,50S}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{150 + 3,50 \times 55}{2,596}$$

$$L = -78 \text{ m}$$

Perhitungan di atas nilai $L = S > L$ (memenuhi)

L Kenyamanan Mengemudi

$$L = \frac{A V^2}{390}$$

$$L = \frac{2,596 \times 60}{390}$$

$$L = 23,964 \text{ m}$$

L Keluwesan Bentuk

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 60$$

$$L = 36,00 \text{ m}$$

L Persyaratan Drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 2,596$$

$$L = 103,85 \text{ m}$$

L Minimum

$$L = \frac{S}{405}$$

$$L = \frac{55}{405}$$

$$L = 7,469 \text{ m}$$

Sehingga L yang terbesar adalah 103,85 m

Perhitungan Elevasi PLV dan PTV

$$\begin{aligned} \text{Pergeseran Vertikal (Ev)} &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{2,596 \times 100}{800} \\ &= 0,337 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - (L/2) \\ &= 0+2500 - (103,85 / 2) \\ &= 0+2500 - 51,92 \\ &= 0+2448,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PLV} &= \text{El. PPV} + (L/2 \times g1) \\ &= +12,5 + (103,85/2 \times 0,096\%) \\ &= 12.550 \text{ m} \end{aligned}$$

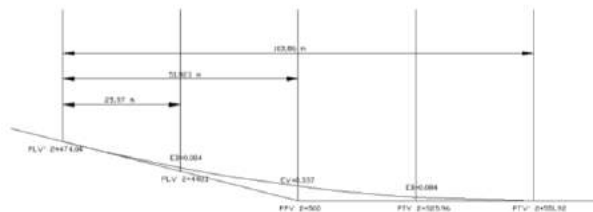
$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + (L/2) \\ &= 0+2500 + (103,85 / 2) \\ &= 0+2551,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{El. PTV} &= \text{El. PPV} - (L/2 \times g2) \\ &= +12,5 - (103,85/2 \times 2,5\%) \\ &= +13,798 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Elevasi PLV' dan PTV'

$$\text{STA PLV}' = \text{STA PPV} - (0,25L)$$

$$\begin{aligned}
 &= 0+2500 - (0,25 \times 103,85) \\
 &= 0+2500 - 25,96 \\
 &= 0+2474,04 \\
 Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (STA_{PLV'} - STA_{PLV})^2} \\
 &= \frac{2,596}{200 \times 100 \times (2474,04 - 2448,08)^2} \\
 &= 0,084 \text{ meter} \\
 \\
 El. PLV' &= El. PPV - (0,25L \times g1) + y' \\
 &= +12,5 - (0,25 \times 1003,85 \times 0,096 \%) + 0,078 \\
 &= 12,441 \\
 \\
 STA PTV' &= STA PPV + (0,25L) \\
 &= 0+2500 + (0,25 \times 103,85) \\
 &= 0+2500 + 25,96 \\
 &= 0+2525,96 \\
 \\
 Y' &= \frac{A}{200 \times L \times (STA_{PTV'} - STA_{PTV'})^2} \\
 &= \frac{2,5}{200 \times 100 \times (2551,92 - 2525,96)^2} \\
 &= 0,084 \text{ meter} \\
 \\
 El. PTV' &= El. PPV - (0,25L \times g2) + y' \\
 &= +12,5 - (0,25 \times 103,96 \times 2,5\%) + 0,078 \\
 &= +13,065
 \end{aligned}$$



Gambar 5.18 Gambar Lengkung Vertikal Cembung PV6

Lengkung vertikal dihitung berdasarkan elevasi rencana muka jalan yang direncanakan oleh penulis. Tabel 5.6 dan 5.7 merupakan rekapitulas dari hasil perhitungan penulis.

Tabel 5.6. Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal

PV	STA PPV	ELEVASI PPV	G1 (%)	G2 (%)	A	A (ABS)	JENIS LENGKUNG	L (S<L)	L (S>L)	L (S<d)	L (S>d)	L (Min)	Kenyamanan Mangemudi	kelelahan banak	persyaratan drainase	L Pakai	percepatan vertikal (EV)	STA	Elevasi	hitung y	Elevasi nascan	
PV1	200	12.500	0	-2.5	2.500	2.500	CEKUNG	22.080	-81.000			7.463	23.077	36.000	100.000	100.000	0.313	STA PLV	150.00	12.500	0.000	12.500
																		STA PLV'	175.00	12.500	0.078	12.422
																		STA PPV	200.00	12.500	0.313	12.188
																		STA PTV'	225.00	13.125	0.078	13.047
																		STA PTV	250.00	13.750	0.000	13.750
PV2	700	25.0000	2.5	3.125	-0.625	0.625	CEMBUNG			4.744	-527.703	7.463			25.000	25.000	0.020	STA PLV	687.50	25.313	0.000	25.313
																		STA PLV'	693.75	25.156	0.005	25.151
																		STA PPV	700.00	25.000	0.020	24.980
																		STA PTV'	706.25	24.805	0.005	24.800
																		STA PTV	712.50	24.603	0.000	24.603
PV3	1100	12.500	0	-3.125	3.125	3.125	CEKUNG	27.600	-64.800			7.463	28.846	36.000	125.000	125.000	0.488	STA PLV	1037.50	12.500	0.000	12.500
																		STA PLV'	1068.75	12.500	0.122	12.378
																		STA PPV	1100.00	12.500	0.488	12.012
																		STA PTV'	1131.25	13.477	0.122	13.354
																		STA PTV	1162.50	14.453	0.000	14.453
PV4	1600	12.500	0	-2.500	2.5	2.500	CEKUNG	22.080	-81.000			7.463	23.077	36.000	100.000	100.000	0.313	STA PLV	1550.00	12.500	0.000	12.500
																		STA PLV'	1575.00	12.500	0.078	12.422
																		STA PPV	1600.00	12.500	0.313	12.188
																		STA PTV'	1625.00	13.125	0.078	13.047
																		STA PTV	1650.00	13.750	0.000	13.750
PV5	2000	20.000	1.875	2.500	-0.625	0.625	CEMBUNG			4.744	-527.703	7.463			25.000	25.000	0.020	STA PLV	1987.50	20.234	0.000	20.234
																		STA PLV'	1993.75	20.117	0.005	20.112
																		STA PPV	2000.00	20.000	0.020	19.980
																		STA PTV'	2006.25	19.844	0.005	19.839
																		STA PTV	2012.50	19.688	0.000	19.688
PV6	2300	12.500	0.096	-2.5	2.596	2.596	CEKUNG	22.330	-78.000			7.463	23.364	36.000	103.846	103.846	0.337	STA PLV	2248.08	12.550	0.000	12.550
																		STA PLV'	2274.04	12.525	0.084	12.441
																		STA PPV	2300.00	12.500	0.337	12.163
																		STA PTV'	2325.96	13.143	0.084	13.065
																		STA PTV	2351.92	13.798	0.000	13.798
sumber : hasil perhitungan																						

rumah : hasil perhitungan

5.3 Analisis kapasitas Ruas jalan Antar Kota

Jalan yang direncanakan merupakan jalan dengan pembagian jalur 2/2 UD, lebar badan jalan 7 m, sepanjang total jalan yang direncanakan 4+077 km.

Analisis kapasitas ruas jalan menggunakan persamaan 2.27. Berikut adalah uraian perhitungannya :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \\ C &= 3100 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \\ C &= 3100 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan derajat kejenuhan menggunakan persamaan 2.30. Sedangkan nilai Q diperoleh dari perhitungan menggunakan persamaan 2.31. Berikut ini adalah uraian perhitungannya :

Contoh perhitungan Q untuk kendaraan sepeda motor tahun 2020.

$$\begin{aligned} Q &= \text{Volume pada jam puncak} \times \text{emp} \\ &= 98 \times 0,6 \\ &= 59 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Nilai emp diambil dari tabel 2.11. Perhitungan kendaraan yang lainnya dapat dilihat pada tabel 5.7.

Contoh perhitungan Q untuk kendaraan sepeda motor tahun 2025.

$$\begin{aligned} Q &= \text{Volume pada jam puncak} \times \text{emp} \\ &= 126 \times 0,6 \\ &= 76 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan kendaraan yang lainnya dapat dilihat pada tabel 5.8.

Contoh perhitungan Q untuk kendaraan sepeda motor tahun 2030.

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Volume pada jam puncak} \times \text{emp} \\
 &= 162 \times 0,6 \\
 &= 97 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kendaraan yang lainnya dapat dilihat pada tabel 5.9.

Tabel 5.7. Hasil perhitungan Q pada tahun 2020

No.	Jenis Kendaraan	Kendaraan per Jam	emp	Q (smp/jam)
1	Sepeda Motor	98	0.6	59
2	Sedan dan station	116	1	116
3	Oplet, Pick up, mini bus	79	1	79
4	Mikro Truk, mobil Hantaran	75	1	75
5	Bus Kecil	12	1.2	15
6	Bus Besar	7	1.2	9
7	Truk kecil 2 sumbu	27	1.2	32
8	Truk Besar 2 sumbu	13	1.8	24
9	Truk Besar 3 sumbu	6	1.8	10
Total		336		360
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>				

Tabel 5.8. Rekapitulasi perhitungan Q pada tahun 2025

No.	Jenis Kendaraan	Kendaraan per Jam	emp	Q (smp/jam)
1	Sepeda Motor	126	0.6	76
2	Sedan dan station	149	1	149
3	Oplet, Pick up, mini bus	82	1	82
4	Mikro Truk, mobil Hantaran	78	1	78
5	Bus Kecil	13	1.2	15
6	Bus Besar	7	1.2	9
7	Truk kecil 2 sumbu	36	1.2	43
8	Truk Besar 2 sumbu	18	1.8	32
9	Truk Besar 3 sumbu	7	1.8	13
Total		390		422
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>				

Tabel 5.9. Rekapitulasi perhitungan Q pada tahun 2026

No.	Jenis Kendaraan	Kendaraan per Jam	emp	Q (smp/jam)
1	Sepeda Motor	162	0.6	97
2	Sedan dan station	191	1	191
3	Oplet, Pick up, mini bus	86	1	86
4	Mikro Truk, mobil Hantaran	80	1	80
5	Bus Kecil	13	1.2	16
6	Bus Besar	8	1.2	9
7	Truk kecil 2 sumbu	48	1.2	57
8	Truk Besar 2 sumbu	24	1.8	43
9	Truk Besar 3 sumbu	10	1.8	18
Total		459		500
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>				

Contoh perhitungan *Degree of Saturation* (DS) pada tahun 2016 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Ds &= \frac{Q}{C} \\
 &= \frac{360}{3100} \\
 &= 0,116
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi DS pada awal umur rencana, tengah umur rencana dan akhir umur rencana disajikan dalam tabel 5.10.

Tabel 5.10. Hasil Perhitungan DS

Tahun	C (smp/jam)	Q (smp/jam)	DS
2020	3100	360	0,116
2025	3100	422	0,136
2030	3100	500	0,161
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>			

Tabel 5.10 menunjukkan bahwa sampai akhir umur rencana jalan belum memerlukan pelebaran.

5.4 Perencanaan Ekuivalen Beban Sumbu

Angka Ekuivalen (E) menunjukkan jumlah lintasan sumbu standard sumbu roda ganda dengan beban 18.000 pon yang mengakibatkan kerusakan pada jalan jika dilintasi oleh jenis dan beban sumbu tertentu atau jenis dan beban kendaraan tertentu.

Beban sumbu standar adalah 8,16 Ton

- Kendaraan Penumpang (Sedan dan Station)



Berat Maksimum = 2000 Kg = 2 ton

Distribusi Beban

* Beban sumbu depan

50% x 2 ton = 1 ton

$$\begin{aligned} \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\ &= \left[\frac{1}{8,16} \right]^4 = 0,000225 \end{aligned}$$

* Beban sumbu belakang

50% x 2 ton = 1 ton

$$\begin{aligned} \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\ &= \left[\frac{1}{8,16} \right]^4 = 0,000225 \end{aligned}$$

* Angka Ekuivalen

$$0,000225 + 0,000225 = \mathbf{0,00045}$$

- **Kendaraan Penumpang (Oplet, Pick up, Mini Bus)**



$$\text{Berat Maksimum} = 3000 \text{ Kg} = 3 \text{ ton}$$

Distribusi Beban

* Beban sumbu depan

$$50\% \times 3 \text{ ton} = 1,5 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\ &= \left[\frac{1,5}{8,16} \right]^4 \\ &= 0,00114 \end{aligned}$$

* Beban sumbu belakang

$$50\% \times 3 \text{ ton} = 1,5 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\ &= \left[\frac{1,5}{8,16} \right]^4 \\ &= 0,00114 \end{aligned}$$

* Angka Ekivalen

$$0,00114 + 0,00114 = \mathbf{0,00228}$$

- **Kendaraan Penumpang (Oplet, Pick up, Mini Bus)**



$$\text{Berat Maksimum} = 4000 \text{ Kg} = 4 \text{ ton}$$

Distribusi Beban

* Beban sumbu depan

$$50\% \times 3 \text{ ton} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{Ekivalen} = \left[\frac{P}{8,16} \right]^4$$

$$= \left[\frac{2}{8,16} \right]^4$$

$$= 0,00361$$

* Beban sumbu belakang

$$50\% \times 3 \text{ ton} = 2 \text{ ton}$$

$$\text{Ekivalen} = \left[\frac{P}{8,16} \right]^4$$

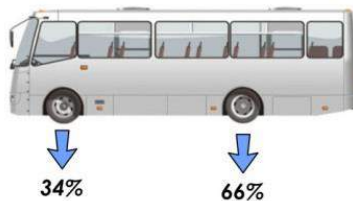
$$= \left[\frac{2}{8,16} \right]^4$$

$$= 0,00361$$

* Angka Ekivalen

$$0,0036 + 0,0036 = \mathbf{0,00722}$$

- Kendaraan Bus Kecil



$$\text{Berat Maksimum} = 8000 \text{ Kg} = 8 \text{ Ton}$$

Distribusi Beban

* Beban sumbu depan

$$34\% \times 8 \text{ ton} = 2,72 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\
 &= \left[\frac{2,72}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,0123
 \end{aligned}$$

* Beban sumbu belakang

$$66\% \times 8 \text{ ton} = 5,28 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\
 &= \left[\frac{5,28}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,1753
 \end{aligned}$$

* Angka Ekivalen

$$0,0123 + 0,1753 = \mathbf{0,11876}$$

- Kendaraan Bus Besar



Berat Maksimum = 12000 Kg = 12 Ton

Distribusi Beban

* Beban sumbu depan

$$34\% \times 12 \text{ ton} = 4,08 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\
 &= \left[\frac{4,08}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,0625
 \end{aligned}$$

* Beban sumbu belakang
 $66\% \times 12 \text{ ton} = 7,92 \text{ ton}$
 Ekivalen $= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4$
 $= \left[\frac{7,92}{8,16} \right]^4$
 $= 0,88744$

* Angka Ekivalen
 $0,06250 + 0,88744 = \mathbf{0,94994}$

- **Kendaraan Truck 2 Sumbu (3/4)**



Berat Maksimum $= 10000 \text{ Kg} = 10 \text{ Ton}$

Distribusi Beban

* Beban sumbu depan
 $34\% \times 10 \text{ ton} = 3,4 \text{ ton}$
 Ekivalen $= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4$
 $= \left[\frac{3,4}{8,16} \right]^4$
 $= 0,03014$

* Beban sumbu belakang
 $66\% \times 10 \text{ ton} = 6,6 \text{ ton}$
 Ekivalen $= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4$
 $= \left[\frac{6,6}{8,16} \right]^4$
 $= 0,42797$

* Angka Ekvivalen

$$0,03014 + 0,42797 = \mathbf{0,45811}$$

- **Kendaraan Truck 2 Sumbu**



Berat Maksimum = 18000 Kg = 18 Ton
Distribusi Beban

* Beban sumbu depan

$$34\% \times 18 \text{ ton} = 6,11 \text{ ton}$$

$$\text{Ekivalen} = \left[\frac{P}{8,16} \right]^4$$

$$= \left[\frac{6,11}{8,16} \right]^4$$

$$= 0,31641$$

* Beban sumbu belakang

$$66\% \times 18 \text{ ton} = 11,88 \text{ ton}$$

$$\text{Ekivalen} = \left[\frac{P}{8,16} \right]^4$$

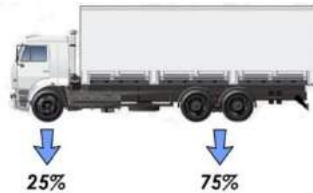
$$= \left[\frac{11,88}{8,16} \right]^4$$

$$= 4,49268$$

* Angka Ekvivalen

$$0,31641 + 4,49268 = \mathbf{4,80909}$$

- **Kendaraan Truck 3 Sumbu**



Berat Maksimum = 25000 Kg = 25 Ton
Distribusi Beban

* Beban sumbu depan

$$25\% \times 25 \text{ ton} = 6,25 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Ekivalen} &= \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\ &= \left[\frac{6,25}{8,16} \right]^4 \\ &= 0,34415 \end{aligned}$$

* Beban sumbu belakang

$$75\% \times 25 \text{ ton} = 18,75 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Ekivalen} &= 0,086 \times \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \\ &= 0,086 \times \left[\frac{18,75}{8,16} \right]^4 \\ &= 2,39741 \end{aligned}$$

* Angka Ekivalen

$$0,34415 + 2,39741 = \mathbf{2,74156}$$

Rekapitulasi perhitungan angka ekivalen (E) dapat dilihat pada tabel 5.11.

Tabel 5.11. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Angka Ekuivalen (E)

Gol. Kend.	Jenis Kendaraan	E Total
2	Sedan, Jeep & St Wagon	0,00045
3	Oplet, Pick Up, Suburban, combi, Minibus	0,00228
4	Mikro truck dan mobil hantaran (Box)	0,00722
5a	Bus Kecil	0,11876
5b	Bus Besar	0,94994
6a	Truck, Truck tangki 2 sumbu (3/4)	0,45811
6b	Truck 2 sumbu	4,80909
7a	Truck 3 sumbu	2,74156
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>		

5.5 Perhitungan Tebal Perkerasan

5.5.1 Penentuan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Penentuan koefisien distribusi kendaraan berdasarkan tabel 2.12, didapatkan nilai C untuk kendaraan ringan 0,5 dan untuk kendaraan berat 0,5. Nilai masing-masing klasifikasi jenis kendaraan disajikan pada tabel 5.12.

Tabel 5.12. Nilai C Kendaraan

No.	Jenis Kendaraan	C
1	Sepeda motor	0,5
2	Sedan, Jeep & St Wagon	0,5
3	Oplet, Pick Up, Suburban, combi, Minibus	0,5
4	Mikro truck dan mobil hantaran (Box)	0,5
5	Bus Kecil	0,5

6	Bus Besar	0,5
7	Truck, Truck tangki 2 sumbu (3/4)	0,5
8	Truk Besar 2 sumbu	0,5
9	Truk Besar 3 sumbu	0,5
<i>Sumber : Hasil Analisis</i>		

5.5.2 Perhitungan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan (LEP) dihitung berdasarkan data lalu lintas awal dibukanya jalan, yaitu tahun 2016. Perhitungan nilai lintas ekivalen permulaan (LEP) menggunakan persamaan 2.35. Berikut adalah contoh perhitungan nilai LEP untuk kendaraan golongan 2:

$$\begin{aligned}
 \text{LEP} &= \text{LHR} \times C \times E \\
 &= 1226 \times 0,5 \times 0,00045 \\
 &= 0,2758 \text{ kend/hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan LEP untuk kendaraan lainnya disajikan dalam tabel 5.13.

Tabel 5.13. Perhitungan Nilai LEP

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekivalensi	Koefisien Distribusi	LEP
1	Sedan dan station	1226	0.00045	0.5	0.2758
2	Oplet, Pick up, mini bus	737	0.00228	0.5	0.8402
3	Mikro Truk, mobil Hantaran	697	0.00722	0.5	2.5150
4	Bus Kecil	113	0.11876	0.5	6.7085
5	Bus Besar	66	0.94994	0.5	31.3019
6	Truk kecil 2 sumbu	290	0.45811	0.5	66.5114

7	Truk Besar 2 sumbu	145	4.80909	0.5	349.1078
8	Truk Besar 3 sumbu	60	2.74156	0.5	82.9245
LEP Total					540

5.5.3 Perhitungan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen akhir (LEA) dihitung berdasarkan data lalu lintas akhir umur rencana ,yaitu tahun 2026. Perhitungan nilai lintas ekivalen permulaaan (LEP) menggunakan persamaan 2.36. Berikut adalah contoh perhitungan nilai LEP untuk kendaraan golongan 2:

$$\begin{aligned}
 \text{LEA} &= \sum_{j=1}^n \text{LHR}_j (1 + i)^{\text{UR}} \times c_j \times E_j \\
 &= 2020 \times (1+0,06)^{10} \times 0,5 \times 0,00045 \\
 &= 0,4546 \text{ kend/hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan LEA untuk kendaraan lainnya disajikan dalam tabel 5.14.

Tabel 5.14. Perhitungan Nilai LEA

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Angka Ekivalensi	Koefisien Distribusi	LEA
1	Sedan dan station	2020	0.00045	0.5	0.4546
3	Oplet, Pick up, mini bus	404	0.00228	0.5	0.4604
4	Mikro Truk, mobil Hantaran	535	0.00722	0.5	1.9319
5	Bus Kecil	81	0.11876	0.5	4.7966
6	Bus Besar	50	0.94994	0.5	23.9794
7	Truk kecil 2 sumbu	422	0.45811	0.5	96.7711
8	Truk Besar 2 sumbu	235	4.80909	0.5	564.3730
9	Truk Besar 3 sumbu	70	2.74156	0.5	96.5211
LEA Total					789
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>					

5.5.4 Perhitungan Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah (LET) dihitung menggunakan persamaan 2.37 pada bab tinjauan pustaka.

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{LEP + LEA}{2} \\ &= \frac{540 + 789}{2} \\ &= 665 \end{aligned}$$

5.5.5 Perhitungan Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana dihitung menggunakan persamaan 2.38 pada bab tinjauan pustaka.

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP}$$

Dimana FP dihitung menggunakan persamaan 2.39 pada bab tinjauan pustaka.

$$\begin{aligned} \text{FP} &= \frac{UR}{10} \\ &= \frac{10}{10} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= \text{LET} \times \text{FP} \\ &= 665 \times 1 \\ &= 665 \end{aligned}$$

5.5.6 Penentuan Faktor Regional

Nilai FR ditentukan berdasarkan prosentase kendaraan berat dan curah hujan. Prosentase kendaraan berat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \% \text{ kend. Berat} &= \frac{\text{jumlah kendaraan berat}}{\text{jumlah kendaraan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{675}{3334} \times 100\% \\
 &= 20,24 \% \geq 30\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan prosentase kendaraan berat di atas, pengolahan data curah hujan, dan kelandaian rencana jalan didapat nilai FR 0,5.

5.5.7 Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IP_0)

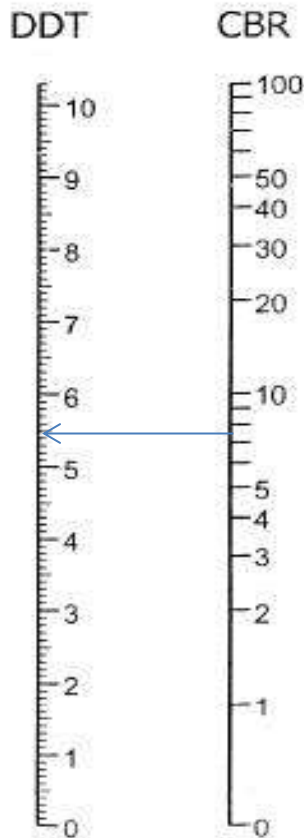
Jenis lapis permukaan yang dipakai pada jalan jalur lintas selatan ini adalah Laston MS 744. Nilai IP_0 yang diperoleh berdasarkan tabel 2.18. adalah $IP_0 \geq 4$.

5.5.8 Penentuan Ipt

Berdasarkan tabel 2.19 nilai Ipt dengan tipe jalan arteri, LER 665 (100 - 1000) adalah 2,0 – 2,5

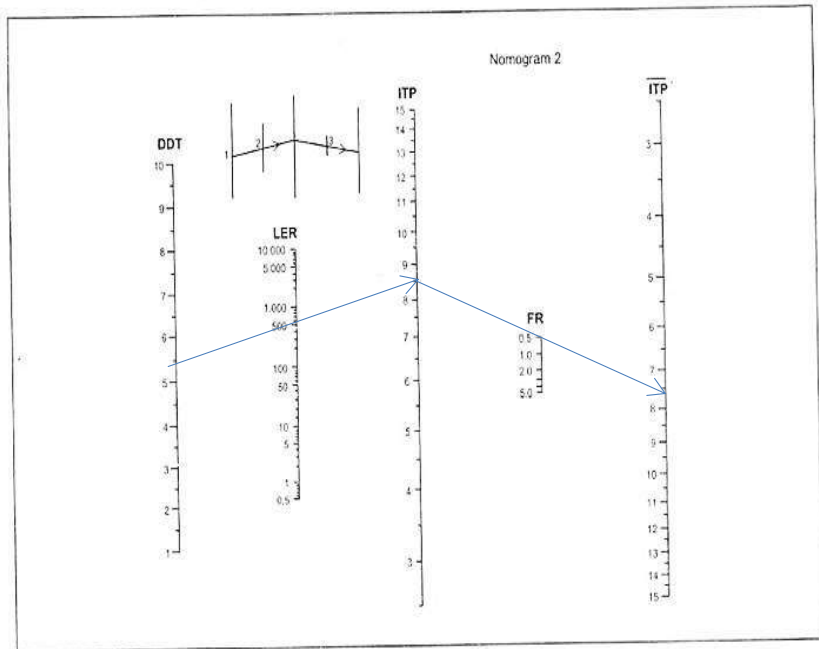
5.5.9 Menentukan Nilai DDT dan \overline{ITP}

Nilai daya dukung tanah (DDT) ditentukan berdasarkan grafik korelasi antara CBR dan DDT (gambar 5.17). Dari hasil uji proktor pada Laboratorium Uji Material Program Diploma Teknik Sipil, FTSP, ITS didapat nilai CBR sebesar 7,33%, sehingga nilai DDT yang dihasilkan adalah 5,4.



Gambar 5.19 Grafik Korelasi Nilai CBR dan DDT

Nilai Indeks tebal Perkerasan (\overline{ITP}) diperoleh dengan mengplotkan nilai DDT, LER dan FR pada nomogram 2 pada gambar 5.5.



Gambar 5.20 Perhitungan \overline{ITP}

Dari hasil plotting pada nomogram 2 diperoleh nilai \overline{ITP} sebesar 9,1. Nilai ini digunakan untuk menghitung tebal perkerasan jalan.

5.5.10 Rencana Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan jalan terdiri dari 3 jenis yaitu lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), dan lapis pondasi bawah (*subbase course*). Jenis material dan nilai koefisien kekuatan relatif yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan disajikan pada tabel 5.13.

Tabel 5.15. Data Jenis Material yang digunakan

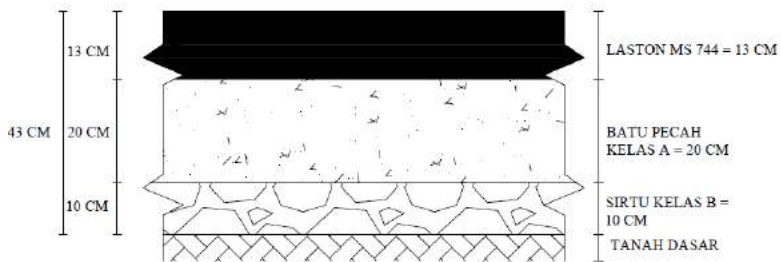
Jenis Material	Koefisien Kekuatan Relatif	Keterangan
Laston MS 744	0,4	<i>Surface</i>
Batu pecah kelas A	0,13	<i>Base course</i>
Sirtu kelas B	0,12	<i>Subbase Course</i>
<i>Sumber : Tabel 2.20</i>		

Dari data di atas tebal perkerasan jalan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.40.

$$\overline{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$9,1 = (0,4 \times D_1) + (0,13 \times 20) + (0,12 \times 10)$$

$$D_1 = 12 \text{ cm}$$

**Gambar 5.21 Tebal Perkerasan Hasil Perhitungan**

5.6 Perencanaan Drainase

Perencanaan drainase jalan dimaksudkan untuk mengalirkan air/hujan dari saluran samping menuju pembuangan akhir.

Saluran tepi yang direncanakan menggunakan tipe persegi yang terbuat dari pasangan batu kali.

➤ **Perencanaan Saluran Tepi 1 STA 0+200 s/d 0+700**

1. Menentukan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu paling jauh yang dibutuhkan air limpuhan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (*inlet time*) dari titik terjauh yang terletak di daerah pengaliran.

a) Daerah pengaliran

L1 = 3,5 m (perkerasan)

L2 = 2 m (bahu jalan)

L3 = 50 m (hutan gundul)

Hubungan kondisi permukaan dengan kondisi hambatan (nd)

- Lapisan semen dan aspal beton = 0,013 (perkerasan)

- Tanah gundul dengan permukaan sedikit kasar = 0,2 (lereng timbunan)

- Tanah gundul dengan permukaan sedikit kasar = 0,2 (bahu jalan)

- Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hampatan rumput jarang sampai rapat = 0,8 (pegunungan)

b) Kemiringan daerah pengaliran (s)

Perkerasan = 2%

Bahu jalan = 4%

Lereng = 6%

c) Kecepatan aliran yang diijinkan

Berdasarkan jenis materialnya yaitu pasangan batu kali, maka kecepatan yang diijinkan adalah 1,8 m/detik (2.29).

Tahapan perhitungan Tc adalah sebagai berikut:

Saluran Tepi Kiri

$$\begin{aligned}
 t_1 \text{ perkerasan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \\
 &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\
 &= 0,943 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t1 \text{ bahu jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \\
 &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} \\
 &= 1,279 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t1 \text{ lereng timbunan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \\
 &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 11,70 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,06}} \right)^{0,167} \\
 &= 2,377 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t1 \text{ total} &= 0,943 + 1,279 + 2,377 \\
 &= 4,599 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t2 &= \frac{L}{60 \times V} \\
 &= \frac{500}{60 \times 1,80} \\
 &= 4,630 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Tc &= t1 + t2 \\
 &= 4,599 \text{ menit} + 4,630 \text{ menit} \\
 &= 9,229 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan Intensitas Hujan

Dari hasil perhitungan Tc yang diplotkan pada kurva basis didapatkan nilai I rencana sebesar 190 mm/jam

3. Menentukan Hubungan Koefisien Permukaan Tanah dan Koefisien pengaliran (C)

Koefisien pengaliran ditentukan berdasarkan material yang digunakan, yaitu :

- Jalan aspal = 0,95 (C1)
- Tanah berbutir kasar = 0,20 (C2)
- Bukit = 0,80 (C4)

Perhitungan luas daerah pengaliran:

$$\begin{aligned}
 A1 \text{ (perkerasan)} &= 3,5 \times 500 &= 1750 \text{ m}^2 \\
 A2 \text{ (bahu jalan)} &= 2 \times 500 &= 1000 \text{ m}^2 \\
 A3 \text{ (pegunungan)} &= 50 \times 500 &= 25000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Cgabungan :

$$\begin{aligned}
 C_{gabungan} &= \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + C_3 \times A_3 + C_4 \times A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} \\
 &= \frac{(0,95 \times 1750) + (0,20 \times 1000) + (0,80 \times 25000)}{1750 + 1000 + 25000} \\
 &= 0,444
 \end{aligned}$$

4. Menentukan Debit Air

$$A = 0,02775 \text{ km}^2$$

$$I = 190 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,444$$

$$Q = \frac{1}{2,6} \times C \times I \times A$$

$$= \frac{1}{2,6} \times 0,444 \times 190 \times 0,02775$$

$$= 0,260 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5. Menentukan Dimensi Saluran

Tinggi saluran dicari menggunakan metode trial and error dengan bantuan *software* excel. Nilai Q pada saluran dicari dengan menggunakan persamaan :

$$Q = V \times A$$

Debit saluran dihitung dengan menggunakan dimensi saluran yang berbeda kemudian dipilih debit yang besarnya tidak melebihi debit yang direncanakan. Rekapitulasi perhitungan debit dengan menggunakan metode *Trial and Error* terlampir pada tabel 5.15.

Tabel 5.16. Metode *Trial and Error*

b	d	P	Luas Penampang Basah	w	R
		b + 2d	A = b x d		A/P
0.5	0.6	1.8	0.36	0.2	0.200

Berdasarkan perhitungan di atas, maka dimensi saluran yang dipilih adalah d (tinggi saluran) = 0,6 meter, b (lebar saluran) = 0,6 meter, tinggi jagaan = 0,2 meter

- Luas Penampang Basah

$$\begin{aligned} A &= b \times d \\ &= 0,6 \times 0,6 \\ &= 0,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling Penampang

$$\begin{aligned} \bullet &= b + 2d \\ &= 0,6 + 2(0,6) \\ &= 1,8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tinggi Jagaan (w)

$$W = 0,2$$

- Jari – jari Hidrolis

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,36}{1,8} \\ &= 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

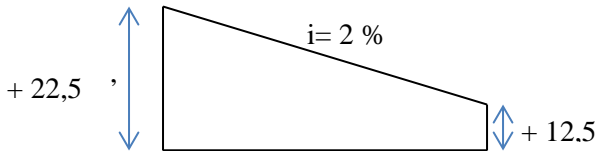
6. Kontrol Kemiringan

Menghitung kemiringan lapangan dengan menggunakan elevasi dasar saluran.

Elevasi dasar saluran STA 0+200 = + 12,5

Elevasi dasar saluran STA 0+600 = + 22,5

Kemiringan memanjang saluran sebagaimana gambar 5.21.



Gambar 5.22 Ilustrasi Kemiringan Lapangan

$$i \text{ lapangan} = \frac{22,5 - 12,5}{500} \times 100$$

$$= 2 \%$$

7. Menentukan Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dihitung menggunakan persamaan 2.59. berikut adalah data-data yang diperlukan :

$V_{ijin \text{ maks}} = 1,8 \text{ m/det}$

$n = 0,020$

$R = 0,2 \text{ m}$

$i \text{ lapangan} = 2,2 \%$

$$V = \frac{1}{0,02} \times 0,2^{\frac{2}{3}} \times 0,02^{\frac{1}{2}}$$

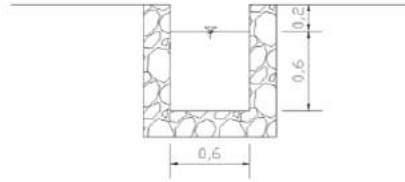
$$= 1,34 \text{ m/det}$$

Kontrol :

$$V \leq V_{ijin}$$

$$1,34 \leq 1,8 \text{ m/det} \quad \text{..... OK}$$

Perhitungan drainase lainnya dapat dilihat pada tabel 5.16 – 5.20 sedangkan gambar dimesi drainase dapat dilihat pada gambar 5.23 (untuk saluran drainase tipe 2)



Gambar 5.23 Gambar Dimensi Saluran tipe 2

Tabel 5.17. Hasil Perhitungan Debit

STA	L	t ₁ Total	t ₂	T _c	I maks	A ₁	A ₂	A ₃	C	Q
	(m)	(menit)	(menit)	(menit)	(mm/jam)	(m ²)	(m ²)	(m ²)		(m ³ /dtk)
0+000 - 0+200	200	4.599	1.852	6.451	190	700	400	10000	0.444	0.260
0+200 - 0+700	500	4.599	4.630	9.229	190	1750	1000	25000	0.444	0.650
0+700 - 1+100	400	4.599	3.704	8.303	190	1400	800	20000	0.444	0.520
1+100 - 1+600	500	4.599	4.630	9.229	190	1750	1000	25000	0.444	0.650
1+600 - 2+000	400	4.599	3.704	8.303	190	1400	800	20000	0.444	0.520
2+000 - 2+300	300	4.599	2.778	7.377	190	1050	600	15000	0.444	0.390
2+300 - 2+700	400	4.599	3.704	8.303	190	1400	800	20000	0.444	0.520
2+700 - 3+000	1300	4.891	12.037	16.928	190	4550	2600	65000	0.624	2.376
3+800 - 5+000	1200	4.891	11.111	16.002	190	4200	2400	60000	0.624	2.193

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5.18. Hasil Perhitungan Kontrol Dimensi Saluran

STA	Elevasi		Fd	B/H	A	Dimensi Saluran		Dimensi Saluran		Luas Penampang Basah A = b x d	Tinggi Jagaan w	Jari-Jari Hidrolis R A/P	Kemiringan Lapangan i	Kemiringan Dijijinkan (i ijin)	Kecepatan Aliran V 1/nR ^{2/3}	Debit Saluran (m3/detik)	Kontrol	
	STA	STA				Lebar	Tinggi	Lebar	Tinggi								Terhadap Kemiringan	Terhadap Debit
	Awal	Akhir				b	d	b	d									
0+000 - 0+200	12.5	12.50	0.144	0.200	0.144	0.380	0.380	0.5	0.5	0.25	0.200	0.167	0.000	1.800	0.00	0.000	OKE	OKE
0+200 - 0+700	12.50	22.50	0.186	0.200	0.361	0.601	0.601	0.6	0.6	0.36	0.200	0.200	0.020	1.800	1.34	0.482	OKE	OKE
0+700 - 1+100	22.50	15.63	0.149	0.200	0.289	0.537	0.537	0.6	0.6	0.36	0.200	0.200	0.017	1.800	1.24	0.447	OKE	OKE
1+100 - 1+600	15.63	14.38	0.186	0.200	0.361	0.601	0.601	0.6	0.6	0.36	0.200	0.200	0.003	1.800	0.47	0.170	OKE	OKE
1+600 - 2+000	14.38	20.00	0.149	0.200	0.289	0.537	0.537	0.6	0.6	0.36	0.200	0.200	0.014	1.800	1.12	0.404	OKE	OKE
2+000 - 2+300	20.00	12.50	0.111	0.200	0.217	0.465	0.465	0.5	0.5	0.25	0.200	0.167	0.025	1.800	0.92	0.230	OKE	OKE
2+300 - 2+700	12.50	12.50	0.149	0.200	0.289	0.537	0.537	0.6	0.6	0.36	0.200	0.200	0.000	1.800	0.00	0.000	OKE	OKE
2+700 - 3+800	12.50	12.50	0.679	0.200	1.320	1.149	1.149	1.1	1.1	1.21	0.200	0.367	0.000	1.800	0.00	0.000	OKE	OKE
3+800 - 5+000	12.50	12.50	0.627	0.200	1.218	1.104	1.104	1.1	1.1	1.21	0.200	0.367	0.000	1.800	0.00	0.000	OKE	OKE

Tabel 5.19. Rekap dimensi saluran

Nama	STA		Dimensi (m)			
			d	b	W	H
0	0+000	0+200	0.5	0.50	0.20	0.70
segmen 1	0+200	0+700	0.6	0.60	0.20	0.80
segmen 2	0+700	1+100	0.6	0.60	0.20	0.80
segmen 3	1+100	1+700	0.6	0.60	0.20	0.80
segmen 4	1+700	2+000	0.6	0.60	0.20	0.80
segmen 5	2+000	2+300	0.5	0.50	0.20	0.70
segmen 6	2+300	2+700	0.6	0.60	0.20	0.80
segmen 7	2+700	3+800	1.1	1.10	0.20	1.30
segmen 8	3+800	5+000	1.1	1.10	0.20	1.30

sumber : hasil perhitungan

5.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya diperlukan untuk mengetahui besarnya biaya yang diperlukan untuk pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo Sta 0+000 s/d 5+000. Perencanaan anggaran biaya berdasarkan jumlah volume pekerjaan dari pembangunan jalan tersebut yang meliputi,

- a. Pekerjaan Tanah
 - Pekerjaan pembersihan jalan
 - Pekerjaan galian tanah biasa
 - Pekerjaan timbunan tanah biasa
- b. Pekerjaan Lapis Pondasi
 - Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat kelas A (CBR 100%)
 - Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan sirtu kelas B (CBR 50%)
 - Pekerjaan bahu jalan dengan sirtu kelas B (CBR 50%)
- c. Pekerjaan Pengaspalan
 - Pekerjaan lapis resap pengikat (*prime coat*)
 - Pekerjaan AC-BC
 - Pekerjaan Lapis perekat (*take coat*)
 - Pekerjaan AC-WC
- d. Pekerjaan Drainase
 - Pekerjaan pembuatan saluran samping dengan menggunakan pasangan batu kali

- Pekerjaan pembuatan dinding penahan
- e. Pekerjaan Minor
 - Pemasangan marka jalan (tengah)
 - Pemasangan marka jalan (tepi)
 - Pemasangan patok kilometer
 - Pemasangan patok hektometer

5.7.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan Tanah

Volume pekerjaan tanah terdiri dari pekerjaan galian dan timbunan. Perhitungan volume diambil setiap interval jarak potongan, 100 meter. Perhitungan luas penampang melintang galian dan timbunan menggunakan bantuan *software autocad*.

- Pembersihan dan pembongkaran

Berikut adalah perhitungan volume pekerjaan pembersihan lahan :

Lebar Jalan	= 3,5 m x 2	= 7 m
Lebar Bahu	= 2 m x 2	= 4 m
Lebar Saluran Tepi	= 1,5 m x 2	= 3
Lebar ambang Pengaman	= 2 m x 2	= 2 m
Lebar total	= 16 m	
Volume keseluruhan	= 5000 m x 16 m	
	= 80000 m ²	

- Galian

Volume galian dihitung menggunakan *Software CAD*. Tabel 5.20 berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungannya.

Tabel 5.20 Volume Galian m³

TITIK	STA AWAL	STA AKHIR	JARAK	LUAS GALIAN AWAL (ACAD)	LUAS GALIAN AKHIR (ACAD)	A RATA - RATA	VOLUME PEKERJAAN
			(m)	(m2)	(m2)	(m2)	(m3)
A	0	100	100	0.00	148.46	74.23	7423.00
1	100	200	100	148.46	216.85	182.66	18265.50
2	200	300	100	216.85	509.23	363.04	36304.00
3	300	400	100	509.23	516.23	512.73	51273.00
4	400	500	100	516.23	561.20	538.72	53871.50
5	500	600	100	561.20	536.23	548.72	54871.50
6	600	700	100	536.23	310.83	423.53	42353.00
7	700	800	100	310.83	512.34	411.59	41158.50
8	800	900	100	512.34	345.89	429.12	42911.50
9	900	1000	100	345.89	0.00	172.95	17294.50
10	1000	1100	100	0.00	4.52	2.26	226.00
11	1100	1200	100	4.52	4.52	4.52	452.00
12	1200	1300	100	4.52	4.52	4.52	452.00
13	1300	1400	100	4.52	4.52	4.52	452.00
14	1400	1500	100	4.52	4.52	4.52	452.00
15	1500	1600	100	4.52	4.52	4.52	452.00
16	1600	1700	100	4.52	0	2.26	226
17	1700	1800	100	0.00	0.00	0.00	0.00
18	1800	1900	100	0.00	273.99	137.00	13699.50
19	1900	2000	100	273.99	192.07	233.03	23303.00
20	2000	2100	100	192.07	0.00	96.04	9603.50
21	2100	2200	100	0.00	0.00	0.00	0.00
22	2200	2300	100	0.00	4.24	2.12	212.00
23	2300	2400	100	4.24	112.89	58.57	5856.50
24	2400	2500	100	112.89	146.44	129.67	12966.50
25	2500	2600	100	146.44	216.86	181.65	18165.00

26	2600	2700	100	216.86	111.64	164.25	16425.00
27	2700	2800	100	111.64	5.94	58.79	5879.00
28	2800	2900	100	5.94	5.94	5.94	594.00
29	2900	3000	100	5.94	5.94	5.94	594.00
30	3000	3100	100	5.94	5.94	5.94	594.00
31	3100	3200	100	5.94	5.94	5.94	594.00
32	3200	3300	100	5.94	5.94	5.94	594.00
33	3300	3400	100	5.94	5.94	5.94	594
34	3400	3500	100	5.94	5.94	5.94	594
35	3500	3600	100	5.94	5.94	5.94	594
36	3600	3700	100	5.94	5.94	5.94	594
37	3700	3800	100	5.94	5.94	5.94	594.00
38	3800	3900	100	5.94	4.94	5.44	544.00
39	3900	4000	100	4.94	4.94	4.94	494.00
40	4000	4100	100	4.94	4.94	4.94	494.00
41	4100	4200	100	4.94	4.94	4.94	494.00
42	4200	4300	100	4.94	4.94	4.94	494.00
43	4300	4400	100	4.94	4.94	4.94	494.00
44	4400	4500	100	4.94	4.94	4.94	494.00
45	4500	4600	100	4.94	4.94	4.94	494.00
46	4600	4700	100	4.94	3.72	4.33	433.00
47	4700	4800	100	3.72	3.74	3.73	373.00
48	4800	4900	100	3.74	3.74	3.74	374.00
49	4900	5000	100	3.74	3.74	3.74	374.00
B	5000	0	100	3.74	3.74	3.74	374.00
Jumlah							486418
Sumber Hasil Perhitungan							

- Timbunan biasa
 - Volume timbunan dihitung menggunakan *Software CAD*. Tabel 5.21 berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungannya.

Tabel 5.21 Volume Timbunan

TITIK	STA AWAL	STA AKHIR	JARAK	LUAS TIMBUNAN AWAL (ACAD)	LUAS TIMBUNAN AKHIR (ACAD)	A RATA - RATA	VOLUME PEKERJAAN
			(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ³)
A	0	100	100	0	0.00	0	0
1	100	200	100	0.00	0.00	0.00	0.00
2	200	300	100	0.00	0.00	0.00	0.00
3	300	400	100	0.00	0.00	0	0
4	400	500	100	0.00	0.00	0	0
5	500	600	100	0.00	0.00	0	0
6	600	700	100	0.00	0.00	0	0
7	700	800	100	0.00	0.00	0	0
8	800	900	100	0.00	105.97	52.985	5298.5
9	900	1000	100	105.97	25.16	65.57	6556.50
10	1000	1100	100	25.16	0.00	12.58	1258
11	1100	1200	100	0.00	0.00	0.00	0.00
12	1200	1300	100	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1300	1400	100	0.00	0.00	0	0
14	1400	1500	100	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1500	1600	100	0.00	0.00	0.00	0.00
16	1600	1700	100	0.00	49.37	24.69	2468.50
17	1700	1800	100	49.37	9.75	29.56	2956.00
18	1800	1900	100	9.75	0	4.875	487.5
19	1900	2000	100	0	0	0	0
20	2000	2100	100	0	7.17	3.585	358.5
21	2100	2200	100	7.17	28.88	18.025	1802.5
22	2200	2300	100	28.88	0	14.44	1444
23	2300	2400	100	0	0	0	0

b. Pekerjaan Lapis Pondasi

- Pekerjaan lapis pondasi atas dengan Agregat Kelas A (CBR 100%), volume agregat kelas A dengan tebal 0,20 m sebagaimana terlihat pada gambar 5.24.



Gambar 5.24 Ilustrasi Tebal Lapis Pondasi Atas

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 3,5 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (5000 \times 3,5 \times 0,20) \\
 &= 7000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan Sirtu kelas B (CBR 50%). Volume pondasi bawah dihitung berdasarkan tebalnya, seperti yang terlihat pada gambar 5.25 berikut ini.



Gambar 5.25 Ilustrasi Tebal Lapis Pondasi bawah

$$\text{Lebar} = 3,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal} &= 0,1 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (5000 \times 3,5 \times 0,1) \\
 &= \mathbf{3500 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan bahu jalan direncanakan menggunakan agregat kelas B CBR 50% dengan tebal seperti terlihat pada gambar 5.26.



Gambar 5.26 Ilustrasi Tebal Lapisan Bahu Jalan

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 2 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,15 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (2 \times 0,15 \times 5000) \\
 &= \mathbf{3000 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan Pengaspalan

- Perhitungan volume pekerjaan lapis permukaan AC-WC dengan tebal sebagaimana gambar 5.27.

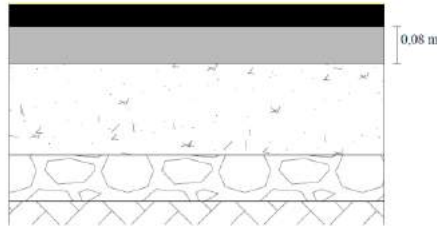


Gambar 5.27 Ilustrasi Tebal AC-WC

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 3,5 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 2 \times (3,5 \times 0,05 \times 5000) \\ &= \mathbf{1750 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

- Volume Pekerjaan AC-BC dihitung berdasarkan tebal lapisan tersebut sebagaimana terlihat pada gambar 5.28.



Gambar 5.28 Ilustrasi Tebal AC-BC

$$\begin{aligned}\text{Lebar} &= 3,5 \text{ m} \\ \text{Tebal} &= 0,07 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 2 \times (3,5 \times 0,08 \times 5000) \\ &= \mathbf{2450 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

- Pekerjaan lapis perekat dengan Tack Coat dihitung berdasarkan data-data berikut ini :

$$\begin{aligned}\text{Lebar} &= 3,5 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\ \text{Kebutuhan } 1 \text{ m}^2 \text{ tack coat} &\text{ adalah } 0,4 \text{ liter (sesuai Spesifikasi Umum 2010 (revisi 2) PU Bina Marga)} \\ \text{Volume} &= (2 \times 3,5) \times 5000 \times 0,4 \\ &= \mathbf{14000 \text{ liter/m}^2}\end{aligned}$$

- Pekerjaan lapis resap pengikat dengan prime coat dihitung berdasarkan data-data berikut ini :

$$\begin{aligned}\text{Lebar} &= 3,5 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 5000 \text{ m}\end{aligned}$$

Kebutuhan 1 m² prime coat adalah 1,2 liter (sesuai Spesifikasi Umum 2010 (revisi 2) PU Bina Marga)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (2 \times 3,5) \times 5000 \times 1,2 \\ &= \mathbf{42000 \text{ liter/m}^2}\end{aligned}$$

d. Pekerjaan Drainase

Pekerjaan pembuatan saluran samping menggunakan pasangan batu kali dengan dimensi sebagaimana Tabel 5.28 yang merupakan lampiran dari perhitungan volume saluran samping.

Tabel 5. 22 Volume Saluran Samping

Tipe Saluran	Panjang (m)	Lebar 1(m)	Tinggi (m)	Jumlah	Luas (m2)	Volume (m3)
Saluran Tipe 1	1200				0.92	1104
Bangun 1		0.7	0.2	2	0.28	
Bangun 2		0.9	0.2	2	0.36	
Bangun 3		0.7	0.2	2	0.28	
Saluran Tipe 2	1700				1.04	1768
Bangun 1		0.8	0.2	2	0.32	
Bangun 2		1	0.2	2	0.4	
Bangun 3		0.8	0.2	1	0.32	
Saluran Tipe 3	2300				1.38	3174
Bangun 1		1.3	0.2	2	0.52	
Bangun 2		1.5	0.2	2	0.6	
Bangun 3		1.3	0.2	1	0.26	
Sumber : Hasil Perhitungan						

Jadi, volume saluran samping dengan material pasangan batu kali adalah

$$\begin{aligned}V &= 1104 + 1768 + 3174 \\ &= \mathbf{6046 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

5.7.2 Harga Satuan Dasar

Harga satuan dasar yang digunakan adalah harga satuan dasar wilayah Kab. Malang. Adapun harga satuan upah, bahan, dan alat tercantum dalam tabel 5.30 , 5.31, dan 5.32

Tabel 5.23 Harga Satuan Upah

NO	JENIS UPAH	Satuan	1.074
			Dec-16
1	Pekerja	OH	94,491
2	Tukang	OH	102,330
3	M a n d o r	OH	115,224
4	Operator	OH	136,251
5	Pembantu Operator	OH	105,180
6	Sopir / Driver	OH	125,042
7	Pembantu Sopir / Driver	OH	103,823
8	Mekanik	OH	137,007
9	Pembantu Mekanik	OH	115,789
10	Kepala Tukang	OH	113,773
11	Pemasak Aspal	OH	88,205

Sumber : Harga Satuan Dasar Kab. Malang 2016

Tabel 5.24 Harga Satuan Bahan

HARGA SATUAN DASAR BAHAN KABUPATEN MALANG 2016

			1.074
			Dec-16
1	Pasir Beton (Kasar)	M3	221,623
2	Pasir Halus (untuk HRS)	M3	207,369
3	Pasir Pasang (Sedang)	M3	164,749
4	Pasir Urug	M3	147,031
5	Pasir Urug (ada unsur lempung)	M3	164,749
6	S i r t u 41	M3	189,091
7	Bahan Tanah Timbunan	M3	106,670
8	Bahan Pilihan	M3	143,260
9	Batu Belah / Kerakal	M3	211,308
10	Batu Kali	M3	207,390
11	G r a v e l	M3	295,473
12	Kapur	M3	585,241
13	Filler Cement	Kg	1,665
14	Aspal Minyak (Drum)	kg	10,494
15	Aspal Minyak (Curah)	kg	10,324
16	Asbuton Curah	Kg	8,905
17	Aspal Emulsi	Kg	10,653
18	Aspal Emulsi (CRS-1 / 53 R-65)	Kg	10,653
19	Aspal Modifikasi (BNA)	Kg	12,451

20	Aspal Modifikasi (JAP- 57)	Kg	12,096
21	Aspal Modifikasi (Retona)	Kg	10,982
22	Aspal Modifikasi (starbit)	Kg	14,923
23	Aspal Modifikasi (TRS - 55)	Kg	11,289
24	Bensin	Liter	13,434
25	Solar	Liter	12,133
26	Kerosen / Minyak Tanah	Liter	13,593
27	Bunker Oil	Liter	3,932
28	Minyak Fluks	Liter	7,639
29	Minyak Pelumas / Olie	Liter	48,350
30	Thinner	Liter	38,051
31	Semen / PC (50kg)	Zak	77,423
32	Semen / PC (kg)	Kg	2,149
33	Chipping	M3	185,951
34	Chipping (kg)	Kg	231
35	Besi Beton	kg	11,282
36	Baja Bergelombang	Kg	14,577
37	Baja Prategang	Kg	19,767
38	Baja Struktur Galvanis (H Beam 400 x 400 x 13 x 21 mm - 12 M)	Kg	29,773
39	Baja Tulangan (Polos) U25	Kg	10,729
40	Baja Tulangan (Polos) U32	Kg	10,676
41	Baja Tulangan (Polos) U36	Kg	10,727
42	Baja Tulangan (Ulir) D16	Kg	10,707
43	Baja Tulangan (Ulir) D19	Kg	10,710
44	Baja Tulangan (Ulir) D32	Kg	10,676
45	Baja Tulangan (Ulir) D36	Kg	10,727
46	Kawat Beton	Kg	17,325
47	Kawat Bronjong	Kg	18,442
48	P a k u	Kg	17,006
49	Pipa Baja D10"	Kg	16,785
50	Pipa Galvanis Dia 1,5"	M ¹	84,815
51	Pipa Galvanis Dia 2"	M ¹	88,319
52	Pipa Galvanis Dia 3"	M ¹	193,461
53	Pipa Porus	M ¹	45,562
54	Pipa Drainase Baja Dia 3"	M ¹	253,463
55	Pipa PVC Dia 4"	M ¹	149,440
56	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M3	236,379
57	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M3	306,306
58	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M3	286,520
59	Bahan Agr.Base Kelas A	M3	145,337
60	Bahan Agr.Base Kelas B	M3	141,104
61	Bahan Agr.Base Kelas C	M3	138,282
62	Bahan Agr.Base Kelas C2	M3	136,871
63	Bahan Agr.Base Kelas S	M3	136,871

64	Additive (Additive Cement CMB")	Liter	156,625
65	Anchorage	Buah	161,218
66	Anti Pengelupasan	Liter	154,467
67	Arbocell	Kg	144,637
68	Assetilline	Botol	140,424
69	Bahan pengawet: kreosot	Liter	137,616
70	Batu Bara	Kg	136,212
71	Beton K-125	M3	897,421
72	Beton K-175	M3	942,574
73	Beton K-250	M3	999,016
74	Beton K-300	M3	1,111,899
75	Beton K-350	M3	1,145,764
76	Beton K-400	M3	1,190,917
77	Beton K-500	M3	1,350,582
78	Casing	M2	12,000
79	Cat	kg	59,095
80	Cat Anti Karat	Kg	54,462
81	Cat Marka (NonThermoplas)	Kg	67,853
82	Cat Marka (Thermoplastic)	Kg	51,002
83	Cerucuk diameter 10 - 15cm	M ¹	35,146
84	Curing Compound	Liter	47,632
85	Ducting (Kabel prestress)	M ¹	171,609
86	Ducting (Strand prestress)	M ¹	149,523
87	Elastomer	Buah	-
88	Elastomer jenis 1 (35x30 x3,6Cm)	Buah	450,593
89	Elastomer jenis 2 (40 x35x3,9 Cm)	Buah	506,763
90	Elastomer jenis 3 (45x40 x4,5 Cm)	Buah	675,272
91	Expansion Cap	M2	8,875
92	Expansion Join Baja Siku	M ¹	1,898,536
93	Expansion Join Tipe Rubber	M ¹	1,383,010
94	Expansion Joint Tipe Torma	M ¹	1,585,221
95	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M ¹	1,944,707
96	Gebalan Rumput	M2	13,705
97	Geotextile Woven (4mx150mx0,7mm) 53/52 kN/m	M2	28,661
98	Geotextile Non Woven (4mx50mx0,4mm) 26 kN/m	M3	37,858
99	Glass Bead	Kg	40,105
100	Joint Sealent	Kg	40,779
101	Joint Socket Pile 16x16x16	Set	76,728
102	Joint Socket Pile 35x35	Set	690,887
103	Kawat Las	Dos	140,414
104	Kayu Acuan (Kelas III / meranti)	M3	4,369,424
105	Kayu Perancah (Gelam)	M3	2,426,115
106	Kerb Pracetak Type 1 (peninggi)	Buah	79,131

107	Kerb Pracetak Type 2 (penghalang/ Barrier)	Buah	61,408
108	Marmer Nama Jembatan	Buah	434,826
109	Mata Kucing	Buah	140,414
110	Matras Concrete (Tebal = 10cm)	M2	124,073
111	Mini Pile 16x16x16	M ¹	124,397
112	Mini Timber Pile	Buah	31,607
113	Multipleks 12 mm	Lbr	195,191
114	Oxygen (Isi 6 M3)	Botol	187,831
115	Paving Block (Model Bata 8 Cm)	M2	83,195
116	PCI Girder L=16m, H=0.90m (K500)	Buah	60,505,375
117	PCI Girder L=20m, H=1.25m (K500)	Buah	84,775,255
118	PCI Girder L=25m, H=1.60m (K500)	Buah	140,765,304
119	PCI Girder L=30m, H=1.70m (K500)	Buah	214,478,010
120	PCI Girder L=35m, H=2.10m (K500)	Buah	272,612,838
121	PCI Girder L=40m, H=2.10m (K500)	Buah	319,459,351
122	Pelat Rambu (Eng. Grade)	Buah	280,603
123	Pelat Rambu (High I. Grade)	Buah	319,856
124	Pemantul Cahaya (Reflector)	Buah	44,524
125	Plastik Filter	M2	18,424
126	Polytene 125 mikron	Kg	24,490
127	Rel Pengaman	M ¹	534,514
128	Strip Bearing	Buah	286,211
129	Tiang Pancang Baja Diameter 400	M ¹	914,354
130	Tiang Pancang Beton Ø 400 (K600 Kelas A2)	M ¹	818,403
131	Box Culvert (gorong-gorong persegi) precast 1500x1500cm	M ¹	13,771,746
132	Box Culvert type DUB 200x200	M ¹	19,020,813
133	Saluran U Tipe DS 1 (80x80x120)	Buah	2,122,203

Tabel 5.25 Harga Sewa Alat

No.	URAIAN	KODE	HP	KAPASITAS	HARGA ALAT (Rp.)	BIAYA SEWA ALAT /Jam (diluar PPN)	
1	ASPHALT MIXING PLANT	E01	294,0	60,00	T/Jam	3.925.578.900	7.457.761,33
2	ASPHALT FINISHER	E02	72,4	10,00	Ton	1.311.590.000	580.731,59
3	ASPHALT SPRAYER	E03	4,0	850,00	Liter	105.329.000	58.757,59
4	BULLDOZER 100-150 HP	E04	155,0			1.092.035.000	636.931,06
5	COMPRESSOR 4000-6500 L/M	E05	60,0	5.000,00	CPM/(L/h)	132.307.000	186.381,28
6	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M	E06	20,0	500,00	Liter	187.267.500	171.706,29
7	CRANE 10-15 TON	E07	138,0	15,00	Ton	1.227.212.000	629.937,87
8	DUMP TRUCK 3.5 TON	E08	100,0	3,50	Ton	182.245.000	291.121,72
9	DUMP TRUCK 10 TON	E09	190,0	10,00	Ton	265.044.500	519.695,84
10	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	133,0	0,93	M3	939.925.000	549.420,92
11	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	E11	190,0	10,00	M3	570.699.500	593.024,40
12	GENERATOR SET	E12	180,0	135,00	KVA	282.982.000	500.809,16
13	MOTOR GRADER >100 HP	E13	135,0	10.800,00	-	808.978.400	522.644,00
14	TRACK LOADER 75-100 HP	E14	70,0	0,80	M3	648.618.700	333.437,70
15	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	96,0	1,50	M3	506.209.800	359.566,91
16	THREE WHEEL ROLLER 6-8	E16	55,0	8,00	Ton	326.702.800	221.423,06
17	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	82,0	8,10	Ton	653.405.600	362.414,11
18	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	100,5	9,00	Ton	641.737.600	402.516,38
19	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	82,0	7,05	Ton	826.091.400	403.842,52
20	CONCRETE VIBRATOR	E20	5,5	25,00	-	4.592.000	33.023,00
21	STONE CRUSHER	E21	220,0	50,00	T/Jam	302.785.000	605.748,60
22	WATER PUMP 70-100 mm	E22	6,0			5.883.500	31.194,98
23	WATER TANKER 3000-4500 L	E23	100,0	4.000,00	Liter	121.831.500	276.628,14
24	PEDESTRIAN ROLLER	E24	8,8	835,00	Ton	173.922.000	88.554,67
25	TAMPER	E25	4,7	121,00	Ton	20.344.200	39.530,82
26	JACK HAMMER	E26		1.330,00	-	15.512.400	19.221,52
27	FULVI MIXER	E27	345,0	2.005,00	-	223.635.900	1.079.145,22
28	CONCRETE PUMP	E28	100,0	8,00	M3	129.652.300	276.514,66
29	TRAILER 20 TON	E29	175,0	20,00	Ton	718.028.100	582.565,07
30	PILE DRIVER + HAMMER	E30	25,0	2,50	Ton	1.047.124.300	324.686,70
31	CRANE ON TRACK 35 TON	E31	125,0	35,00	Ton	990.150.000	527.722,65
32	WELDING SET	E32	40,0	250,00	Amp	20.942.500	113.284,24
33	BORE PILE MACHINE	E33	150,0	2.000,00	Meter	2.692.605.300	968.000,26
34	ASPHALT LIQUID MIXER	E34	5,0	1.000,00	Liter	17.950.800	31.821,05
35	TRONTON	E35	150,0	15,00	Ton	538.521.100	597.299,79
36	ROCK DRILL BREAKER	E36	3,0			1.077.042.200	352.986,93
37	COLD MILLING MACHINE	E37	248,0	1.000,00	m	5.917.748.100	1.978.674,11
38	COLD RECYCLER	E38	900,0	2.200,00	M	23.335.912.600	7.547.139,28
39	HOT RECYCLER	E39	400,0	3,00	M	35.003.868.900	9.280.605,35
40	AGGREGAT (CHIP) SPREAD	E40	115,0	3,50	M	472.701.900	536.201,20
41	ASPHALT DISTRIBUTOR	E41	115,0	4.000,00	Liter	543.607.100	405.894,40
42	SLIP FORM PAVER	E42	105,0	2,50	M	1.600.176.900	613.499,66
43	CONCRETE PAN MIXER	E43	134,0	1.500,00	Jam	1.795.070.200	843.036,92
44	CONCRETE BREAKER	E44	290,0	20,00	m3/jam	1.077.042.200	906.881,34
45	ASPAHLT TANKER	E45	190,0	4.000,00	liter	617.050.000	600.049,48
46	CEMENT TANKER	E46	190,0	4.000,00	liter	588.350.000	552.604,62
47	CONDRETE MIXER (350)	E47	20,0	350,00	liter	40.610.500	73.655,00
48	VIBRATING RAMMER	E48	4,2	80,00	KG	23.934.300	37.653,41
49	TRUK MIXER (AGITATOR)	E49	220,0	5,00	M3	432.006.900	588.071,17
50	BORE PILE MACHINE	E50	125,0	60,00	CM	1.400.154.800	693.043,36
51	CRANE ON TRACK 75-100 T	E51	200,0	75,00	Ton	1.077.042.200	700.189,19
52	BLENDING EQUIPMENT	E52	50,0	30,00	Ton	588.350.000	294.823,14

Sumber : Harga Satuan Dasar Koh. Malang tahun 2013

Sumber : Harga Satuan Dasar Kab. Malang tahun 2013

5.7.3 Analisis Harga Satuan Pokok Kegiatan

Analisis harga satuan pokok kegiatan dibagi atas masing-masing pekerjaan yang tersaji pada tabel 5.33.

Sumber HSPK Kab. Malang 2016

Tabel 5.26 Rekapitulasi Analisis Harga Satuan Pokok Kegiatan

Pembersihan Lahan (m ²)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.07	O.H	94,491	Rp 6,614.37
2	Mandor	0.014	O.H	115,224	Rp 1,613.14
B	Bahan				
C	Peralatan				
1	Bulldozer	0.005	Jam	636,931	Rp 3,184.66
2	Wheel Loader	0.0033	Jam	359,567	Rp 1,186.57
3	Dump Truck	0.0118	Jam	291,122	Rp 3,435.24
4	Alat Bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 17,033.97
Over Head Profit (10%)					Rp 1,703.40
HSPK					Rp 18,737.37

Galian Tanah Biasa (m ³)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.0218	O.H	94,491	Rp 2,059.90
2	Mandor	0.0109	O.H	115,224	Rp 1,255.94
B	Bahan				
C	Peralatan				
1	Excavator 80 - 140 HP	0.0109	Jam	549,420.92	Rp 5,988.69
2	Dump Truck 3,5 Ton	0.2114	Jam	291,121.72	Rp 61,543.13
3	Alat Bantu	1	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 71,847.67
Over Head Profit (10%)					Rp 7,184.77
HSPK					Rp 79,032.43

Urugan Tanah Biasa (m ³)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.0435	O.H	94,491	Rp 4,110.36
2	Mandor	0.0109	O.H	115,224	Rp 1,255.94
B	Bahan				
	Material Timbunan	1.2000	m ³		
C	Peralatan				
1	Excavator	0.0109	Jam	549,420.92	Rp 5,988.69
2	Dump Truck 3,5 ton	0.3418	Jam	291,121.72	Rp 99,505.40
3	Motor Grader > 100 HP	0.0037	Jam	522,644.00	Rp 1,933.78
4	Vibratory Roller 5 - 8 T	0.0042	Jam	403,842.52	Rp 1,696.14
5	Water Tanker 3000 - 4500 L	0.0070	Jam	276,628.14	Rp 1,161.84
6	Alat Bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 116,652.15
Over Head Profit (10%)					Rp 11,665.22
HSPK					Rp 128,317.37

Agregat Kelas A (m ³)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.0496	O.H	94,491	Rp 4,686.75
2	Mandor	0.0071	O.H	115,224	Rp 818.09
B	Bahan				
	Agregat Base Kelas A	1.2586	m ³	145,337.00	Rp 182,921.15
C	Peralatan				
1	Wheel Loader 1,0 - 1,6 M3	0.0071	Jam	359,566.91	Rp 2,552.93
2	Dump Truck 3,5 ton	0.5560	Jam	291,121.72	Rp 161,863.68
3	Motor Grader > 100 HP	0.0094	Jam	522,644.00	Rp 4,912.85
4	Tandem Roller 6 - 8 T	0.0107	Jam	362,414.11	Rp 3,877.83
5	Water Tanker 3000 - 4500 L	0.0141	Jam	276,628.14	Rp 3,900.46
6	Alat Bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 366,533.74
Over Head Profit (10%)					Rp 36,653.37
HSPK					Rp 403,187.11

Sirtu Kelas B (m3)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.0496	O.H	94,491	Rp 4,686.75
2	Mandor	0.0071	O.H	115,224	Rp 818.09
B	Bahan				
	Sirtu Kelas B	1.2586	m ³	141,104.00	Rp 177,593.49
C	Peralatan				
1	Wheel Loader 1,0 - 1,6 M3	0.0071	Jam	359,566.91	Rp 2,552.93
2	Dump Truck 3,5 ton	0.3270	Jam	291,121.72	Rp 95,196.80
3	Motor Grader > 100 HP	0.0043	Jam	522,644.00	Rp 2,247.37
4	Tandem Roller 6 - 8 T	0.1070	Jam	362,414.11	Rp 38,778.31
5	Water Tanker 3000 - 4500 L	0.0141	Jam	276,628.14	Rp 3,900.46
6	Alat Bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 326,774.20
Over Head Profit (10%)					Rp 32,677.42
HSPK					Rp 359,451.62

Agregat Kelas B (Bahu jalan) (m3)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.0496	O.H	94,491	Rp 4,686.75
2	Mandor	0.0071	O.H	115,224	Rp 818.09
B	Bahan				
	Agregat Base Kelas C	1.2586	m ³	138,282.00	Rp 174,041.73
C	Peralatan				
1	Wheel Loader 1,0 - 1,6 M3	0.0071	Jam	359,566.91	Rp 2,552.93
2	Dump Truck 3,5 ton	0.3270	Jam	291,121.72	Rp 95,196.80
3	Motor Grader > 100 HP	0.0043	Jam	522,644.00	Rp 2,247.37
4	Tandem Roller 6 - 8 T	0.1070	Jam	362,414.11	Rp 38,778.31
5	Water Tanker 3000 - 4500 L	0.0141	Jam	276,628.14	Rp 3,900.46
6	Alat Bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 323,222.43
Over Head Profit (10%)					Rp 32,322.24
HSPK					Rp 355,544.68

AC-WC (m3)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	10.0000	O.H	94,491	Rp 944,910.00
2	Mandor	1.0000	O.H	115,224	Rp 115,224.00
B	Bahan				
1	Agregat 5-10 & 10-20	0.3572	M3	286,520.00	Rp 102,344.94
2	Agregat 0 - 5	0.1989	M3	236,379.00	Rp 47,015.78
3	Aspal	1.8514	Kg	12,451.00	Rp 23,051.78
4	Semen	5.1615	Kg	2,149.00	Rp 11,092.06
C	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0435	Jam	359,566.91	Rp 15,641.16
2	AMP	0.0435	Jam	7,457,761.33	Rp 324,412.62
3	Genset	0.0435	Jam	500,809.16	Rp 21,785.20
4	Dump Truck	0.6500	Jam	291,121.72	Rp 189,229.12
5	Asphalt Finisher	0.0522	Jam	580,731.59	Rp 30,314.19
6	Tandem Roller	0.0522	Jam	362,414.11	Rp 18,918.02
7	P. Tire Roller	0.0522	Jam	402,516.38	Rp 21,011.36
8	Alat bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 1,865,950.23
Over Head Profit (10%)					Rp 186,595.02
HSPK					Rp 2,052,545.25

AC-BC (m3)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.6522	O.H	94,491	Rp 61,627.03
2	Mandor	0.0932	O.H	115,224	Rp 10,738.88
B	Bahan				-
1	Agregat 5-10 & 10-20	0.9018	M3	286,520.00	Rp 258,383.74
2	Agregat 0 - 5	0.6330	M3	236,379.00	Rp 149,627.91
3	Aspal	46.3000	Kg	12,451.00	Rp 576,481.30
4	Semen	121.9000	Kg	2,149.00	Rp 261,963.10
C	Peralatan				-
1	Wheel Loader	0.0435	Jam	359,566.91	Rp 15,641.16
2	AMP	0.0435	Jam	7,457,761.33	Rp 324,412.62
3	Genset	0.0435	Jam	500,809.16	Rp 21,785.20
4	Dump Truck	0.6500	Jam	291,121.72	Rp 189,229.12
5	Asphalt Finisher	0.0522	Jam	580,731.59	Rp 30,314.19
6	Tandem Roller	0.0522	Jam	362,414.11	Rp 18,918.02
7	P. Tire Roller	0.0522	Jam	402,516.38	Rp 21,011.36
8	Alat bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 1,941,133.61
Over Head Profit (10%)					Rp 194,113.36
HSPK					Rp 2,135,246.97

Lapis Perekat (Liter)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.0400	O.H	94,491	Rp 3,779.64
2	Mandor	0.0040	O.H	115,224	Rp 460.90
B	Bahan				
1	Aspal	0.6139	Kg	12,451.00	Rp 7,643.67
2	Kerosen/Minyak Tanah	0.2900	Liter	13,593.00	Rp 3,941.97
C	Peralatan				
1	Asphalt Sprayer	0.0040	Jam	58,757.59	Rp 235.03
2	Compressor 4000-6500 L/M	0.0040	Jam	186,381.28	Rp 745.53
3	Dump Truck	0.0040	Jam	291,121.72	Rp 1,164.49
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 17,971.22
Over Head Profit (10%)					Rp 1,797.12
HSPK					Rp 19,768.34

Lapis Resap Pengikat (Liter)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.0021	O.H	94,491	Rp 198.43
2	Mandor	0.0004	O.H	115,224	Rp 46.09
B	Bahan				
1	Aspal	0.6790	Kg	12,451.00	Rp 8,454.23
2	Kerosen/Minyak Tanah	0.3708	Liter	13,593.00	Rp 5,040.28
C	Peralatan				
1	Asphalt Distributor	0.0002	Jam	405,894.40	Rp 81.18
2	Compressor 4000-6500 L/M	0.0002	Jam	186,381.28	Rp 37.28
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 13,857.49
Over Head Profit (10%)					Rp 1,385.75
HSPK					Rp 15,243.24

Pasangan Batu dengan Mortar (m ³)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	4.0161	O.H	94,491	Rp 379,485.31
2	Tukang	1.2048	O.H	102,330	Rp 123,287.18
3	Mandor	0.4016	O.H	115,224	Rp 46,273.96
B	Bahan				
1	Batu Kali	1.0800	M3	207,390.00	Rp 223,981.20
2	Semen/Pc	161.0000	Kg	2,149.00	Rp 345,989.00
3	Pasir Pasang (Sedang)	0.4829	Kg	143,000.00	Rp 69,054.70
C	Peralatan				
1	Concrete Mixer 0,3 - 0,6	0.4016	Jam	171,706.29	Rp 68,957.25
2	Alat bantu	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 1,258,028.59
Over Head Profit (10%)					Rp 125,802.86
HSPK					Rp 1,383,831.45

Marka Jalan Termoplastic (m ²)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	14.0000	O.H	94,491	Rp 1,322,874.00
2	Tukang	3.5000	O.H	102,330	Rp 358,155.00
3	Mandor	1.7500	O.H	115,224	Rp 201,642.00
B	Bahan				
1	Cat Marka Termoplastic	1.9500	Kg	51,002.00	Rp 99,453.90
2	Thinner	1.0500	Liter	38,051.00	Rp 39,953.55
3	Glass Bead	0.4500	Kg	40,105.00	Rp 18,047.25
C	Peralatan				
1	Compressor	0.7500	Jam	186,381.28	Rp 139,785.96
2	Dump Truck	0.7500	Ls	291,121.72	Rp 218,341.29
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 2,398,252.95
Over Head Profit (10%)					Rp 239,825.30
HSPK					Rp 2,638,078.25

Patok Hektometer (BH)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.8917	O.H	94,491	Rp 84,257.62
2	Tukang	0.3567	O.H	102,330	Rp 36,501.11
3	Mandor	0.1783	O.H	115,224	Rp 20,544.44
B	Bahan				
1	Beton K - 175	0.0630	M3	942,574.00	Rp 59,382.16
2	Baja Tulangan	7.8700	Kg	10,729.00	Rp 84,437.23
3	Cat dan Material Lain	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
C	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1783	Jam	291,121.72	Rp 51,907.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 338,029.57
Over Head Profit (10%)					Rp 33,802.96
HSPK					Rp 371,832.53

Patok Kilometerr (BH)					
	Komponen	Perkiraan Kuantitas	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	Tenaga				
1	Pekerja	0.8917	O.H	94,491	Rp 84,257.62
2	Tukang	0.3567	O.H	102,330	Rp 36,501.11
3	Mandor	0.1783	O.H	115,224	Rp 20,544.44
B	Bahan				
1	Beton K - 175	0.0630	M3	942,574.00	Rp 59,382.16
2	Baja Tulangan	7.8700	Kg	10,729.00	Rp 84,437.23
3	Cat dan Material Lain	1.0000	Ls	1000	Rp 1,000.00
C	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1783	Jam	291,121.72	Rp 51,907.00
Total Harga Satuan Pekerjaan					Rp 338,029.57
Over Head Profit (10%)					Rp 33,802.96
HSPK					Rp 371,832.53

5.7.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, dan sewa alat, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Rekapitulasi biaya tersebut tercantum dalam tabel 5.27.

Tabel 5.27 Rekapitulasi Anggaran Biaya

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
1	Pekerjaan Tanah				
1.1	Pembersihan Jalan	48924	m2	Rp 18,737	Rp 916,706,859
1.2	Galian Tanah Biasa	486418	m3	Rp 79,032	Rp 38,442,797,401
1.3	Timbunan Tanah Biasa	22630	m3	Rp 128,317	Rp 2,903,822,020
2	Pekerjaan Lapis pondasi				
2.1	Lapis Pondasi Atas Agregat Kelas A (CBR 100%)	7000	m3	Rp 403,187	Rp 2,822,309,765
2.2	Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas B (CBR 50%)	3500	m3	Rp 359,452	Rp 1,258,080,679
2.3	Bahu Jalan Agregat Kelas B (CBR 50%)	3000	m3	Rp 355,545	Rp 1,066,634,029
3	Pekerjaan Pengaspalan				
3.1	Lapis Resap Pengikat (<i>Prime Coat</i>)	42000	Liter	Rp 15,243	Rp 640,216,003
3.2	AC-BC	2450	m3	Rp 2,135,247	Rp 5,231,355,070
3.3	Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>)	14000	Liter	Rp 19,768	Rp 276,756,746
3.4	AC-WC	1750	m3	Rp 2,052,545	Rp 3,591,954,191
4	Pekerjaan Drainase				
4.1	Pembuatan Saluran Samping Batu Kali	6046	m3	Rp 1,383,831	Rp 8,366,644,971
5	Pekerjaan Minor				
5.1	Marka jalan (tengah)	225	m2	Rp 2,638,078	Rp 593,567,606
5.2	marka Jalan (tepi)	1200	m2	Rp 734,219	Rp 881,063,346
5.3	Patok Kilometer	4	unit	Rp 371,833	Rp 1,487,330
5.4	Patok Hektometer	50	unit	Rp 371,833	Rp 18,591,626
Jumlah					Rp 67,011,987,640
PPN 10 %					Rp 6,701,198,764
Total					Rp 73,713,186,404
Dibulatkan					Rp 73,713,187,000
<i>Sumber : Hasil Perhitungan</i>					

BAB VI

METODE PELAKSANAAN

6.1. Pekerjaan Pendahuluan

Pekerjaan Persiapan adalah pekerjaan awal yang meliputi kegiatan-kegiatan pendahuluan untuk mendukung permulaan proyek meliputi :

a. **Pembuatan Job Mix Design**

Sebelum pekerjaan utama dilakukan terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel bahan dari quarry yang berada di lokasi setempat atau yang berdekatan dengan lokasi tersebut, diantaranya: batu, pasir dan bahan Timbunan Pilihan selanjutnya dibawa ke laboratorium job Mix Formula/Job Mix Design yang akan dipakai sebagai acuan kerja dalam pelaksanaan proyek.

b. **Kantor Lapangan dan Fasilitasnya**

Tahap berikutnya penentuan lokasi basecamp, pembuatan Kantor Lapangan dan fasilitasnya dilokasi proyek dan kemudian dilanjutkan dengan mobilisasi peralatan yang diperlukan sesuai dengan tahapan pelaksanaan pekerjaan.

c. **Pengaturan Arus Transportasi dan Pemeliharaan Terhadap Arus Lalu Lintas**

Untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan, pengaturan arus lalu lintas transportasi dilakukan dengan pembuatan tanda-tanda lalu lintas yang memadai disetiap kegiatan lapangan. Bila diperlukan dapat ditempatkan petugas pemberi isyarat yang bertugas mengatur arus lalu lintas pada saat pelaksanaan.

d. **Rekayasa Lapangan**

Dengan petunjuk Direksi Teknis survey/rekayasa lapangan dilaksanakan untuk menentukan kondisi fisik dan struktural dari pekerjaan dan fasilitas yang ada dilokasi pekerjaan, sehingga dimungkinkan untuk mengadakan peninjauan ulang terhadap rancangan

kerja yang telah diberikan sytem dan tatacara survey dikordinasikan dengan direksi teknis.

e. **Material dan Penyimpanan**

Bahan yang akan digunakan didalam pekerjaan harus menemui spesifikasi dan standard yang berlaku, baik ukuran, type maupun ketentuan lainnya sesuai petunjuk Direksi Teknis. Semua material yang akan digunakan untuk proses pembuatan Concrete diambil dari Quarry Sungai yang berada di lokasi setempat.

f. **Jadwal Konstruksi**

kontruksi dibuat pihak kontraktor, diajukan kepada Direksi Teknis untuk dibahas dan mendapatkan persetujuan pada saat dilaksanakan rapat pendahuluan (Pre Construction Meeting/PCM).

g. **Pelaksanaan Mobilisasi Peralatan**

Dalam pelaksanaan proyek ini mobilisasi meliputi pengiriman alat-alat berat yang akan digunakan.

h. **Papan Nama Proyek** Papan Nama ini digunakan sebagai identitas dan informasi mengenai proyek.

- Papan nama proyek dibuat dengan ukuran atas persetujuan Direksi pekerjaan
- Bahan yang dipakai : kayu kaso, baliho dan lain-lain.
- Papan nama Proyek dipasang dipangkal dan ujung lokasi pekerjaan.
- Papan nama dipelihara selama pelaksanaan proyek.

i. **Relokasi utilitas dan pelayana**

Relokasi Utilitas untuk telkom, PDAM, LISTRIK serta utilitas umum lainnya melalui beberapa tahapan :

- a. Pendapatan terhadap sarana yang masuk dalam ketentuan relokasi yang sudah ditetapkan
- b. Pelaporan terhadap Depertemen terkait
- c. Pemindahan Utilitas setelah mendapatkan persetujuan dari depertemen terkait

6.2 Drainase

Pekerjaan drainase meliputi galian untuk selokan drainase dan saluran air dilakukan baik pada sisi kanan dan kiri jalan sepanjang jalan yang akan dikerjakan.

Pelaksanaan galian untuk selokan drainase dan saluran air meliputi :

- a. Penggalian dilakukan dengan menggunakan Excavator
- b. Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck
- c. Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh.
- d. Sekelompok pekerja akan merapikan hasil galian.

6.3 Pekerjaan Tanah

1. Galian Biasa

Pekerjaan Galian biasa harus mencakup seluruh galian yang tidak diklasifikasikan sebagai galian batu, galian struktur, galian sumber bahan (borrow excavation), Galian perkerasan beraspal, galian perkerasan berbutir, dan galian perkerasan beton

Pelaksanaan galian biasa ini prosedurnya sebagai berikut :

- Pengukuran dan pemasangan bowplank atau menentukan kedalaman galian. Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur theodolit dengan mempedomani hasil rekayasa yang telah ditentukan oleh konsultan dan pihak proyek. Pemasangan bowplank dilakukan setelah hasil dari pengukuran disetujui oleh pihak Konsultan dan direksi Pekerjaan.
- Penggalian secara Manual
Pekerjaan penggalian dilaksanakan setelah pemasangan bowplank dalam hal ini penentuan kedalaman galian. Tanah yang digali secara manual dikumpulkan ke tepi

galian dan selanjutnya dimuat ke Dump Truck, kemudian diangkut keluar lokasi proyek.

- Penggalian dengan Menggunakan Alat Berat

Pekerjaan penggalian dilaksanakan setelah pemasangan bowplank dalam hal ini penentuan kedalaman galian. Tanah yang digali oleh Excavator langsung dimuat ke Dump Truck, kemudian diangkut keluar lokasi proyek.

- Dasar untuk perhitungan analisa dari pekerjaan ini :

Asumsi :

- Menggunakan tenaga manusia
- kapasitas kerja berkelompok
- kedalaman sesuai petunjuk Direksi Pekerjaan

Urutan kerja/Metode kerja :

- Tanah yang digali dikumpulkan umumnya berada disisi jalan (kiri/Kanan jalan)
- Penggalian menggunakan tenaga manusia
- Selanjutnya material hasil galian di masukkan kedalam Dump Truck
- Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh 1,1 (satu koma satu) Km.

Asumsi :

- menggunakan alat berat(cara mekanik)
- Lokasi pekerjaan Sepanjang jalan

Urutan kerja/Metode Kerja :

- Tanah yang dipotong umumnya berada disisi jalan (kiri/kanan jalan)
- Penggalian menggunakan alat berat(Excavator)
- Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck
- Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi proyek

2. Timbunan Biasa

Pekerjaan Urugan pilihan dilaksanakan dengan prosedur sebagai berikut :

- **Pengangkutan Material**

Pengangkutan Material Urugan pilihan kelokasi pekerjaan menggunakan dump truck dan loadingnya dilakukan dengan menggunakan wheel loader. Pengecekan dan pencatatan volume material dilakukan pada saat penghamparan agar tidak terjadi kelebihan material disatu tempat dan kekurangan material ditempat lain.

- **Penghampara Material**

Penghamparan material dilakukan dengan menggunakan motor grader dalam tahap penghamparan ini harus diperhatikan hal-hal berikut :

- a. Kondisi cuaca yang memungkinkan
- b. Panjang hamparan pada saat setiap section yang didapatkan sesuai dengan kondisi lapangan. Lebar penghamparan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan tebal penghamparan sesuai dengan spesifikasi, semua tahapan pekerjaan hamparan dan tebal hamparan berdasarkan petunjuk dan persetujuan dari Direksi Pekerjaan.
- c. Material yang tidak dipakai dipisahkan dan ditempatkan pada lokasi yang ditetapkan.

- **Pemadatan Material**

Pemadatan dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller, dimulai dari bagian tepi ke bagian tengah. Pemadatan dilakukan berulang jika dimungkinkan untuk mendapat hasil yang maksimal dengan dibantu alat water tank untuk membasahi material timbunan pilihan dan diselingi dengan pemadatan dengan menggunakan Vibro Roller. imbunan pilihan dipadatkan mulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan sedemikian rupa yang sama. Bilamana memungkinkan, lalu lintas alat-alat konstruksi harus terus menerus divariasi agar dapat

menyebarkan pengaruh usaha pemadatan dari lalu lintas tersebut.

3. Penyiapan Badan Jalan

Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan dilakukan setelah seluruh pekerjaan galian tanah (cutting) untuk lereng-lereng gunung selesai dan telah memenuhi ketentuan elevasi yang ditentukan dalam perencanaan serta telah disetujui oleh Direksi Lapangan barulah dilakukan penyiapan badan jalan dengan ukuran sesuai gambar rencana/bestek.

Prosedur pelaksanaan Penyiapan Badan Jalan sebagai berikut:

- Motor Grader meratakan permukaan hasil galian
- Vibro Roller memadatkan permukaan yang telah dipotong/diratakan oleh Motor Grader
- Sekelompok pekerja akan membantu meratakan badan jalan dengan alat bantu

6.4 Perkerasan

Pekerjaan ini harus meliputi pemasokan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan bahan.

1. Pengangkutan Material

Pengangkutan material dari Base camp atau Quarry kelokasi pekerjaan menggunakan dump truck dan loadingnya dilakukan dengan menggunakan wheel loader. Pengecekan dan pencatatan volume material dilakukan pada saat penghamparan agar tidak terjadi kelebihan disatu tempat dan kekurangan material ditempat yang lain.

2. Penghampara Material

Penghamparan material dilakukan dengan menggunakan Motor Grader dalam tahap penghamparan ini harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Kondisi cuaca yang memungkinkan
- b. Panjang hamparan pada saat setiap section yang dipadatkan sesuai dengan kondisi lapangan. Lebar

penghamparan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan tebal penghamparan sesuai dengan spesifikasi (15 cm padat).

- c. Material yang tidak dipakai dipisahkan dan ditempatkan pada lokasi yang telah ditetapkan

3. Pemadatan Material

Pemadatan dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller dan Tandem Roller, Dimulai dari bagian tepi ke bagian tengah. Setelah pemadatan selesai alat pemadatan dipindahkan kejalur sebelahnya dengan over leving 1/8 panjang drum dan seterusnya hingga mencapai areal pemadatan. Pemadatan dilakukan dengan jumlah passing sesuai dengan hasil trial compaction.

6.5 Pasangan Batu

- a. Pekerjaan ini harus mencakup pembuatan struktur yang ditunjukkan dalam Gambar atau seperti yang diperintahkan Direksi Pekerjaan, yang dibuat dari. Pasangan Batu. Pekerjaan harus meliputi pemasokan semua bahan, penyiapan seluruh formasi atau pondasi dan seluruh pekerjaan yang diperlukan untuk menyelesaikan struktur sesuai dengan Spesifikasi ini dan memenuhi garis, ketinggian, potongan dan dimensi seperti yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang diperintahkan secara tertulis oleh Direksi Pekerjaan.
- b. Umumnya, pasangan batu harus digunakan hanya untuk struktur seperti dinding penahan, gorong-gorong pelat, dan tembok kepala gorong-gorong besar dari pasangan batu yang digunakan untuk menahan beban luar yang cukup besar. Bilamana fungsi utarna suatu pekerjaan sebagai penahan gerusan, bukan sebagai penahan beban, seperti lapisan selokan, lubang penangkap, lantai gorong-gorong (*spillway apron*) atau pekerjaan pelindung lainnya pada lereng atau di sekitar ujung gorong-gorong, maka kelas pekerjaan di bawah Pasangan Batu (*Stone Masonry*) dapat digunakan seperti Pasangan Batu dengan Mortar (*Mortared Stonework*) atau pasangan batu kosong yang diisi (*grouted rip rap*).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pembahasan yang dilakukan dalam tugas akhir diatas adalah sebagai berikut :

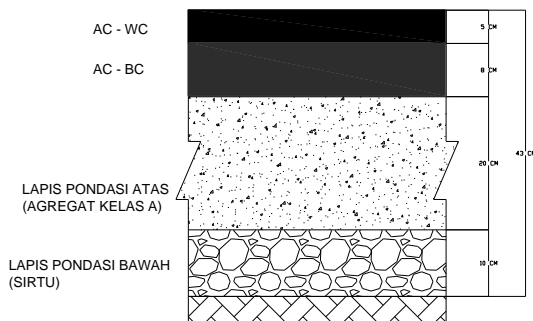
Hasil perencananaan jalan akses yaitu :

1. Jalan direncanakan dengan tipe 2/2 UD, dengan dimensi:

- Lebar lajur = 3,5 meter
- Lebar Jalur = 3,5 meter
- Lebar Bahu = 2 meter
- Kecepatan rencana = 60 km/jam
- Alinyemen horizontal = 10 PI S-C-S
- Alinyemen Vertikal : 2 PV (Cembung)
4 PV (Cekung)
- Superelevasi : Maksimum 10 %

2. Perkerasan jalan

- Lapis permukaan = 5 cm (Laston Ms744 AC-WC)
- Lapis permukaan = 7 cm (Laston Ms744 AC-BC)
- Lapis pondasi atas = 20 cm (Agregat Kelas A)
- Lapis pondasi bawah = 10 cm (Sirtu pitrun Kelas B)



Gambar 6.1 Susunan Lapisan Perkerasan

3. Dimensi Drainase

Pada desain drainase terdapat beberapa tipe dimensi saluran, yaitu :

Saluran Tepi (Pasangan Batu Kali)

Tipe I	=	(50 cm x 70 cm);	Waking	=	20 cm
Tipe II	=	(60 cm x 80 cm);	Waking	=	20 cm
Tipe III	=	(110 cm x 90 cm);	Waking	=	20 cm

4. Biaya Konstruksi

Berdasarkan perhitungan analisa biaya, diperoleh nilai total biaya adalah Rp. 73.713.187.000,- Terbilang :

“Tujuh Puluh Tiga Milyar Tujuh Ratus Tiga Belas Juta Seratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Rupiah”

5. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang dibahas dalam proyek akhir ini mencakup metode pelaksanaan tentang :

- a. Pekerjaan persiapan
- b. Pekerjaan galian
- c. Pekerjaan timbunan
- d. Pekerjaan Pasangan Batu Kali

7.2 Saran

Dalam perencanaan tugas akhir kali ini hendaknya memperhatikan beberapa hal berikut :

1. Perencanaan jalan sebaiknya menggunakan data selengkap mungkin, khususnya data pengukuran langsung baik itu data cross section maupun long section lokasi rencana. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih optimal, khususnya pada perhitungan dimensi dan biaya konstruksi.
2. Perlunya dilakukan studi lebih lanjut tentang metode pelaksanaan pembangunan konstruksi.
4. Perlunya studi lanjut pada bagian detail konstruksi jembatan.

5. Dalam tugas akhir ini jumlah terjadi ketidak seimbangan antara jumlah timbunan dan galian. Terdapat perbedaan yang terlalu jauh antara elevasi muka tanah asli dan rencana muka jalan pada STA 0+100 – STA 0+800 sehingga perlu adanya redesign untuk studi lebih lanjut.
6. perlunya peninjauan lebih lanjut terhadap jaringan jalan yang terhubung dengan jalan yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1994. ***“Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03 - 3424 – 1994”***

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. ***“Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)”***. Jakarta

Direktorat Jendral Bina Marga (1997). ***“Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997”***. Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2016, ***“Harga Satuan Pokok Kegiatan”***, Kabupaten Malang.

Direktorat Jenderal Bina Marga (2010). ***“Spesifikasi Umum (Revisi 2), Surabaya***

Saodang, Hamirhan. 2010. ***“Konstruksi Jalan Raya”***. Bandung : Nova Bandung.

Sukirman, Silvia. 2010. ***“Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur”***. Bandung : Nova Bandung.

Sukmara, Ryan Benny. 2013. ***“PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN AKSES PELABUHAN INTERNASIONAL SOCAH BANGKALAN – MADURA”***. FTSP. ITS. Surabaya

PENUTUP

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayah Nya-lah, Proyek Akhir Terapan penulis dengan judul “*Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Sindurejo – Desa Tumpakrejo STA 16+125 – 21+125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur*” dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik.

Dengan menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis sehingga dalam penyusunan proyek akhir terapan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik maupun petunjuk demi kesempurnaan penyusunan proyek akhir terapan ini.

Semoga penyusunan proyek akhir terapan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya.

Akhir kata penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam terselesaikannya penyusunan proyek akhir terapan ini.

Surabaya, 16 Juli 2018

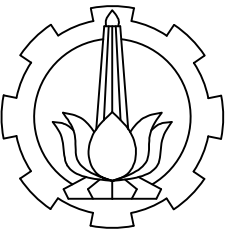
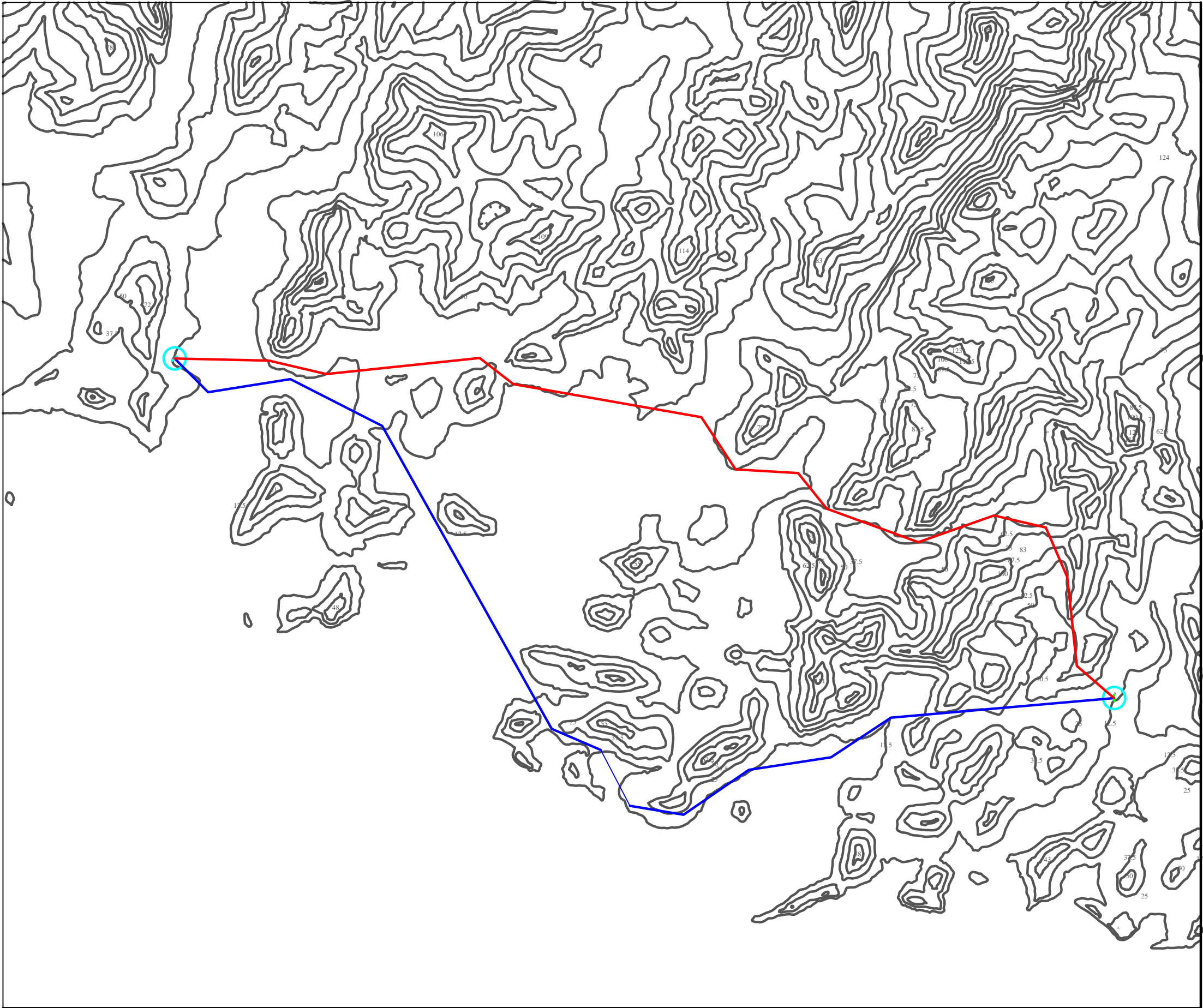
Penulis

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Yayang Dherika Rachmania, dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 18 Desember 1996, anak tunggal. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain : Sekolah Dasar Negeri Wates 5 Mojokerto, dilanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Mojokerto, dan dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Mojokerto

lulus pada tahun 2014. Penulis mengikuti ujian masuk program studi D-III Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2014 dan diterima di Program Studi Diploma-III teknik sipil, departemen teknik infrastruktur sipil, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 3114030017 dengan mengambil jurusan bangunan transportasi lulus pada tahun 2017. Lalu penulis mengikuti ujian masuk program studi lanjut jenjang diploma-IV teknik sipil, departemen teknik infrastruktur sipil, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan mengambil jurusan bangun transportasi.



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR	SKALA
RENCANA TRASE JALAN	1: 10000
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

— MUKA TANAH ASLI
— ELEVASI RENCANA MUKA
JALAN

JUDUL GAMBAR

SKALA

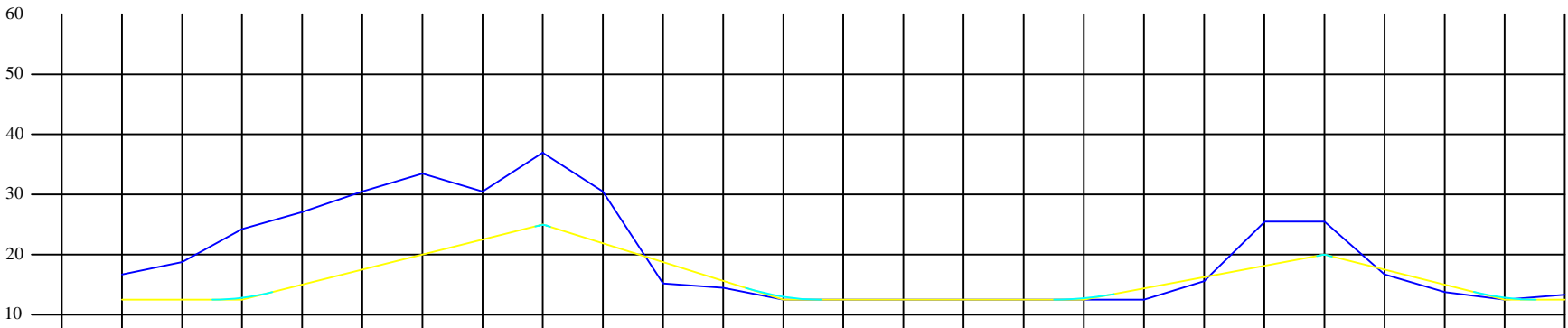
POTONGAN
MEMANJANG

V = 1 : 100
H = 1 : 1000

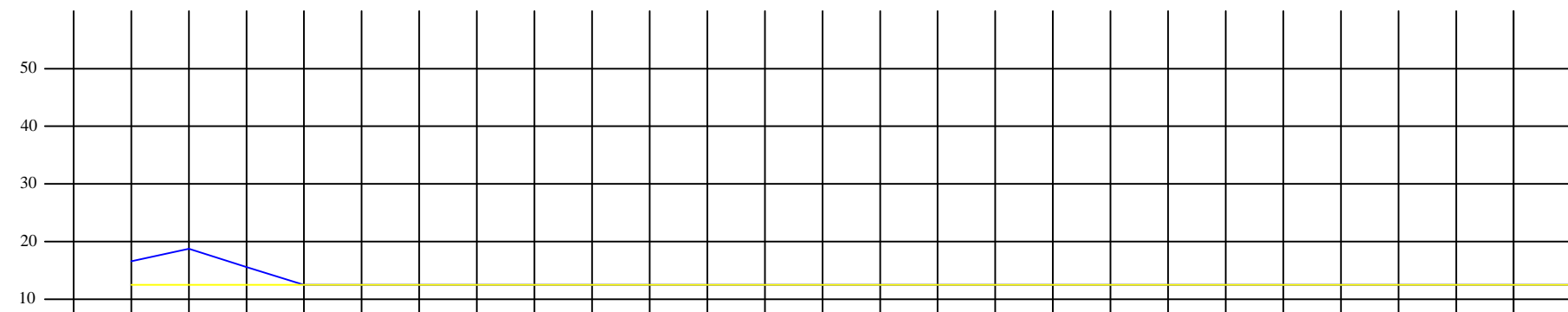
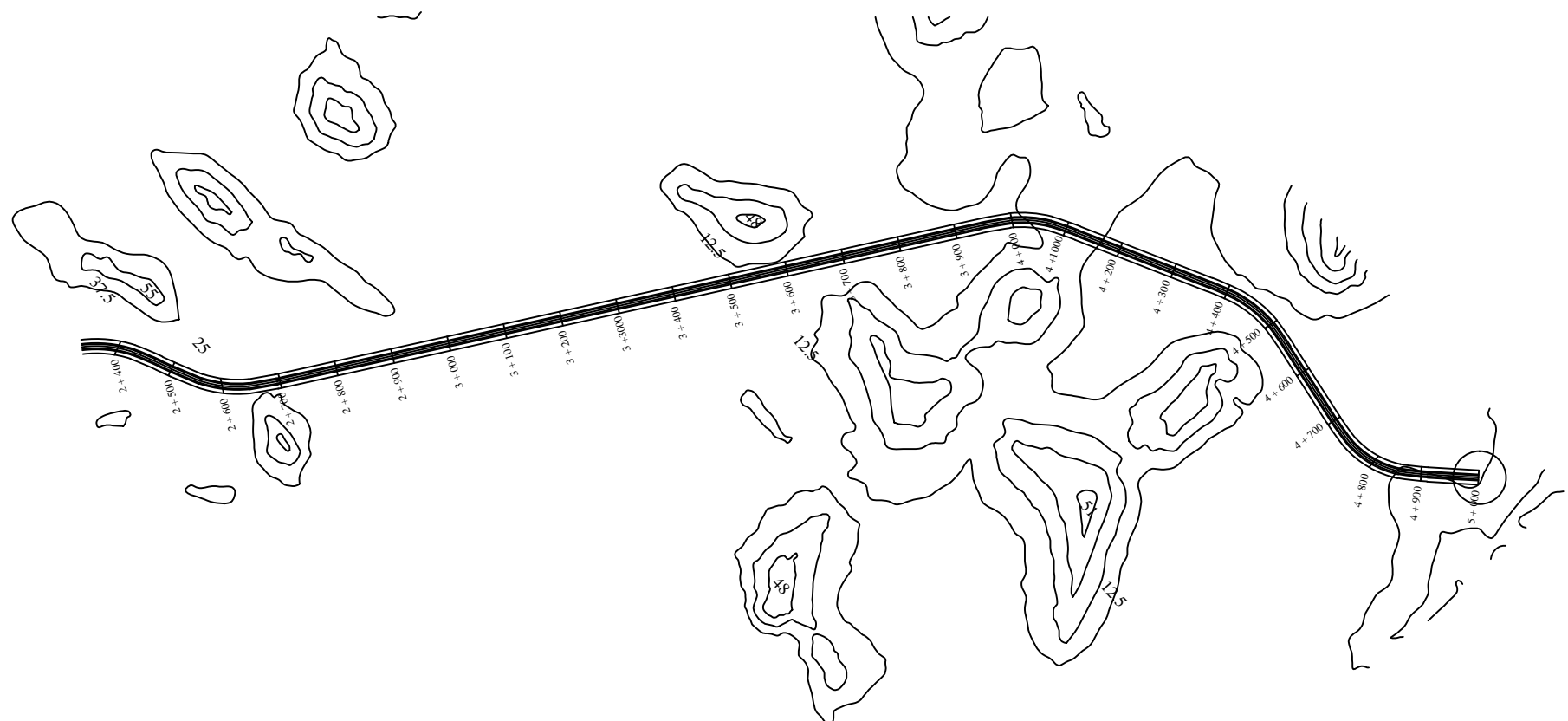
NOMOR GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

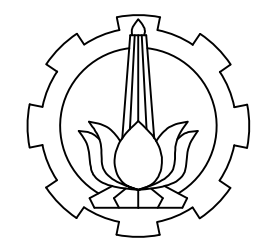
3



STA	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000	2+100	2+200	2+300	2+400
JARAK	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ELEVASI MUKA TANAH ASLI	12.500	16.700	18.750	31.250	34.100	37.500	42.700	37.500	47.900	39.200	15.200	14.500	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500	14.375	16.250	25.500	25.500	16.700	13.750	12.500	15.600
ELEVASI RENCANA MUKA JALAN	12.500	12.500	12.500	15.000	17.500	20.000	22.500	25.000	21.875	18.750	15.625	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500	14.375	16.250	18.125	20.000	17.817	15.000	12.500	12.500
KEMIRINGAN RENCANA MUKA JALAN	0.00 %			2.5 %				3,125 %				0 %				1,875 %									



STA		2+500		2+600		2+700		2+800		2+900		3+000		3+100		3+200		3+300		3+400		3+500		3+600		3+700		3+800		3+900		4+000		4+100		4+200		4+300		4+400		4+500		4+600		4+700		4+800		4+900		5+000
JARAK		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100		100
ELEVASI MUKA TANAH ASLI		16.600		18.750		15.600		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		
ELEVASI RENCANA MUKA JALAN		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		12.500		
KEMIRINGAN RENCANA MUKA JALAN	0 %																																																			



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

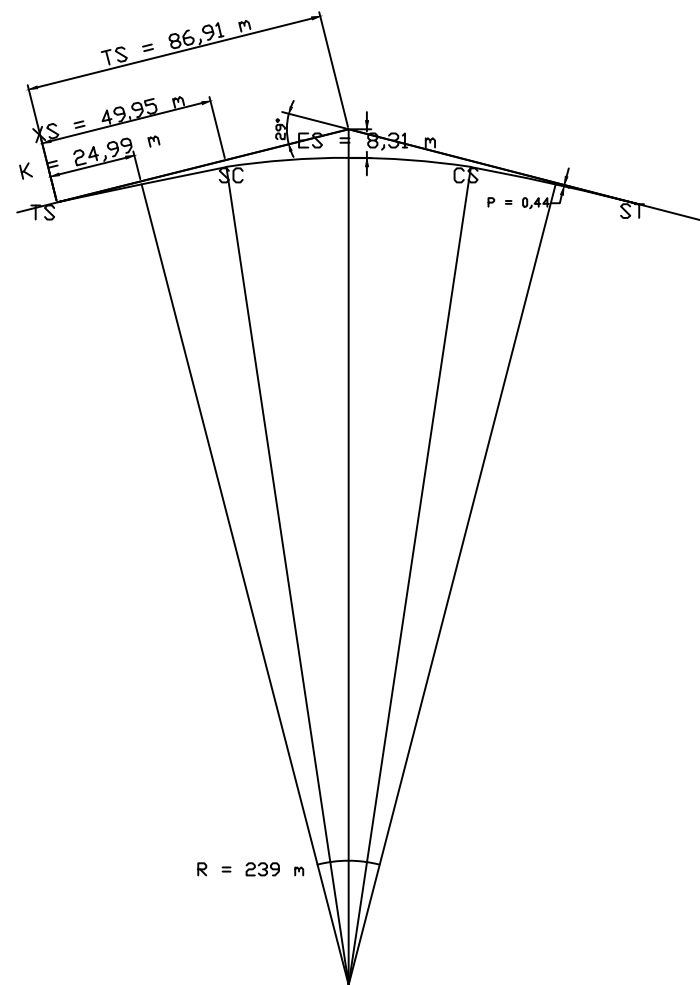
Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

- RENCANA MUKA JALAN
- MUKA TANAH ASLI

JUDUL GAMBAR	SKALA
POTONGAN MEMANJANG	V = 1 : 100 H = 1 : 1000
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
4	



DETAIL TIKUNGAN 1 (S-C-S)

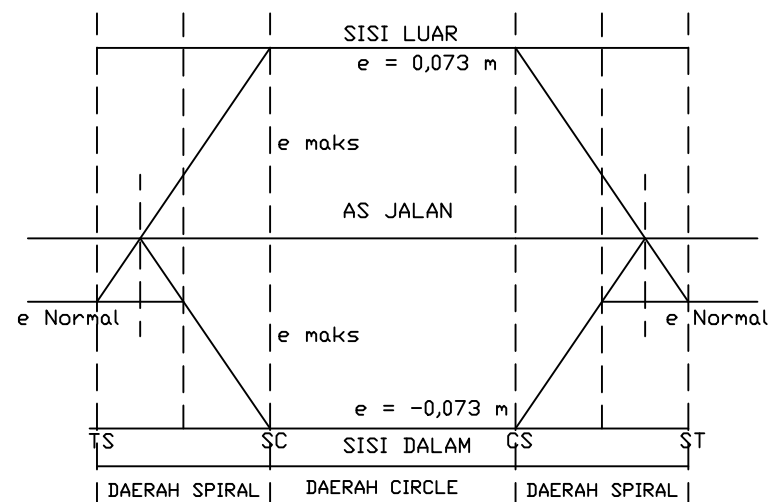
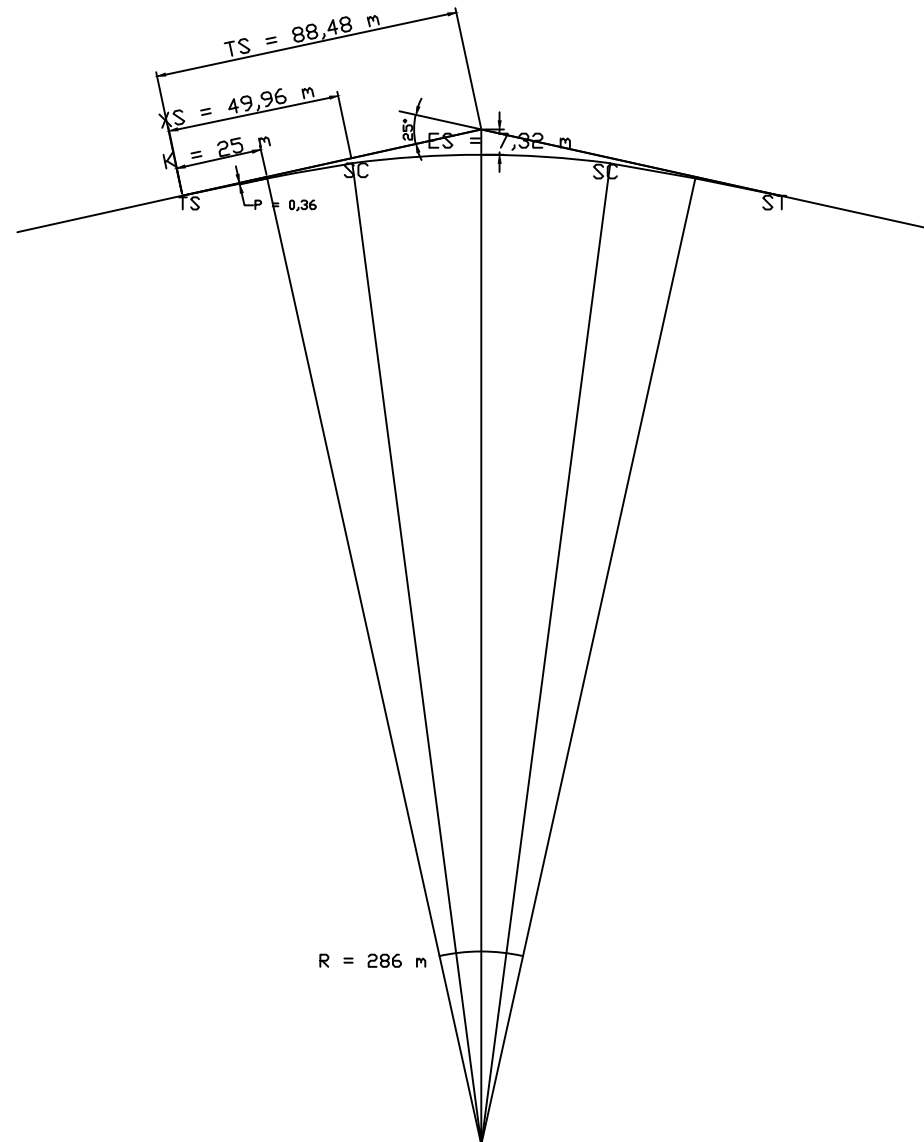


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 1
(S-C-S)



DETAIL TIKUNGAN 2 (S-C-S)

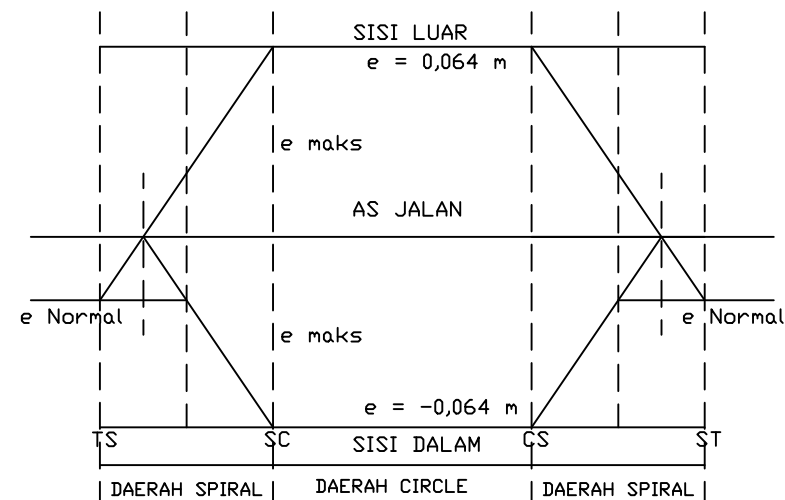
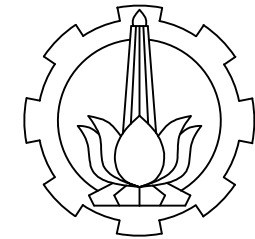


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 2
(S-C-S)



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

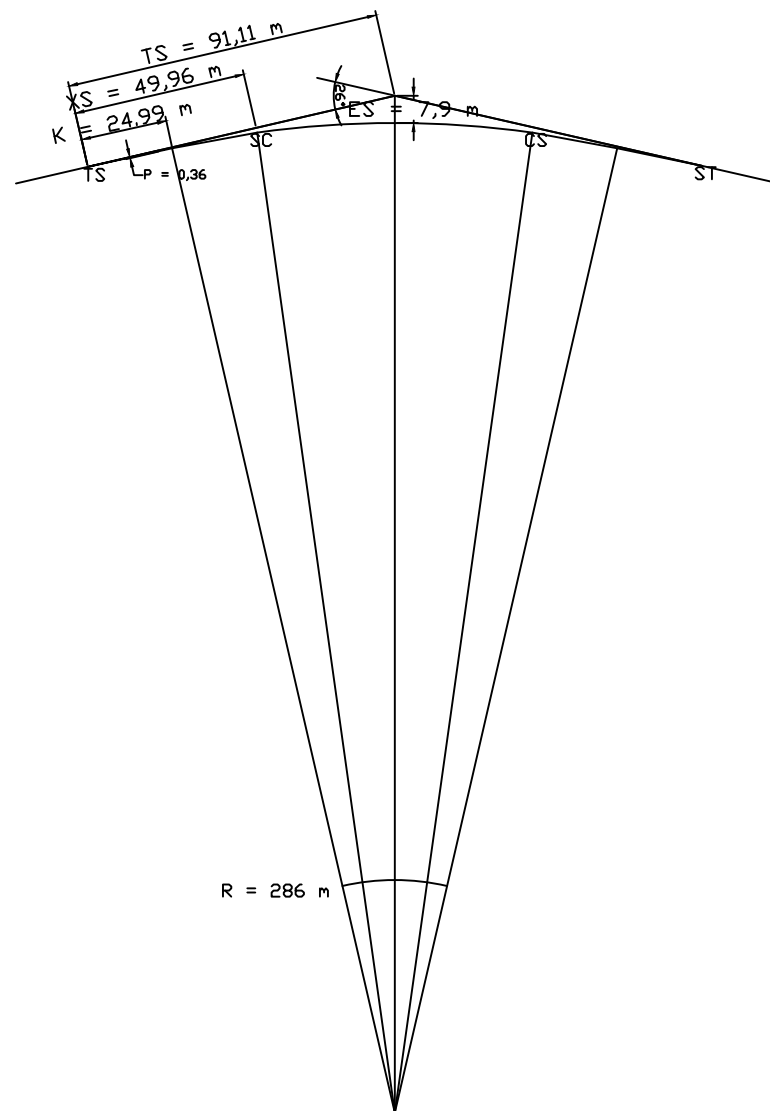
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TIKUNGAN	V = 1 : 200 H = 1 : 200
DIAGRAM SUPERELEVASI	V = 1 : 20 H = 1 : 200
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
5	



DETAIL TIKUNGAN 3 (S-C-S)

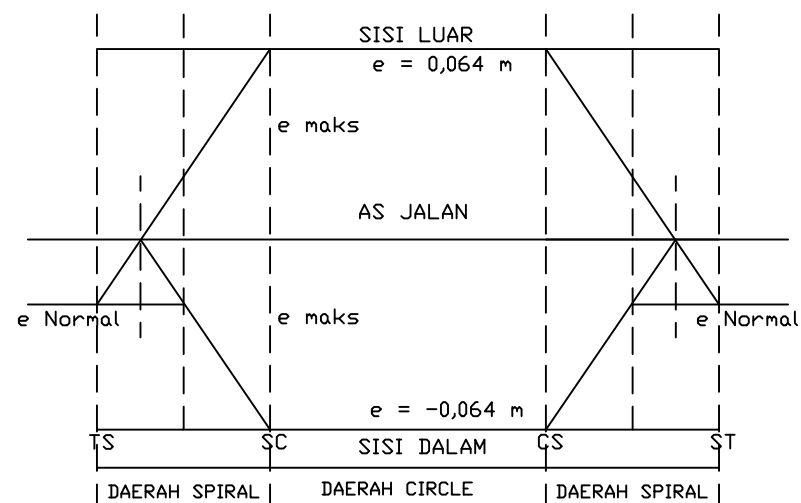
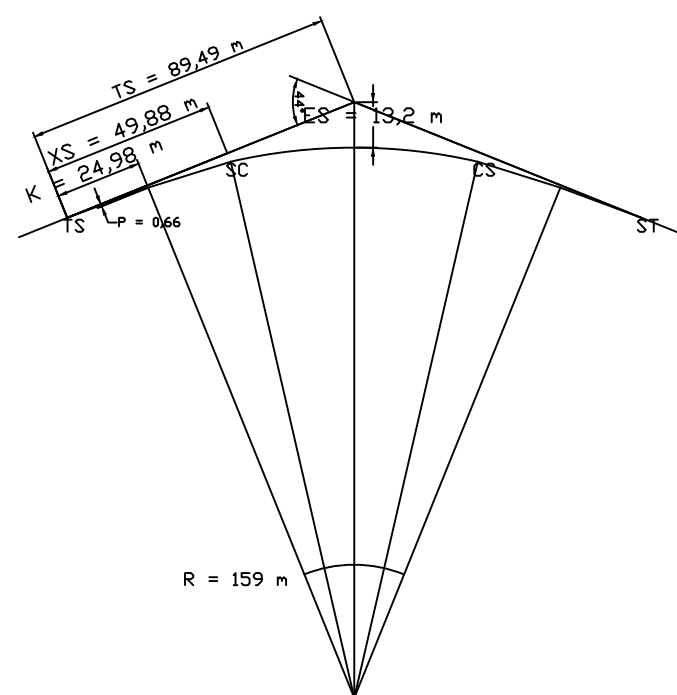


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 3 (S-C-S)



DETAIL TIKUNGAN 4 (S-C-S)

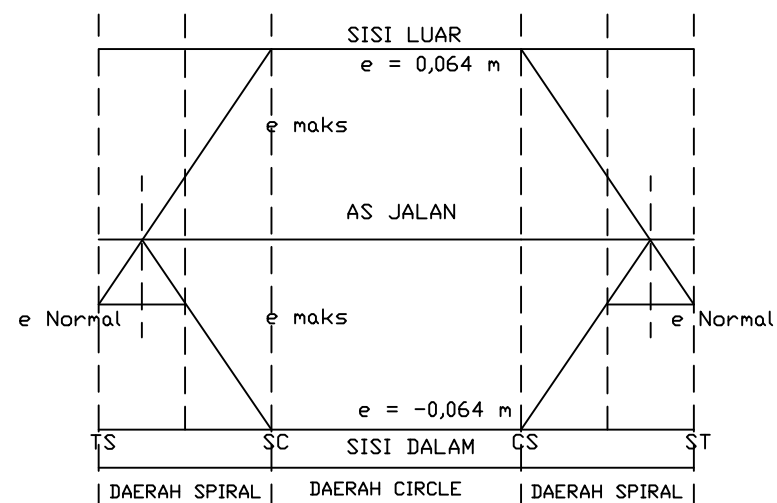
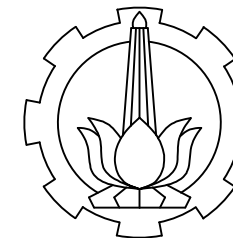


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 4 (S-C-S)



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

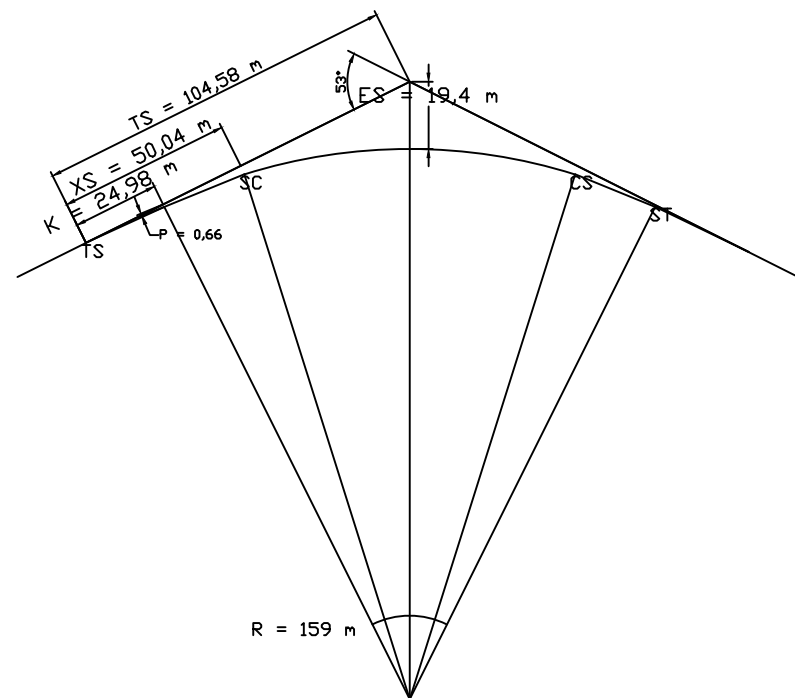
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TIKUNGAN	V = 1 : 200 H = 1 : 200
DIAGRAM SUPERELEVASI	V = 1 : 20 H = 1 : 200
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
6	



DETAIL TIKUNGAN 5 (S-C-S)

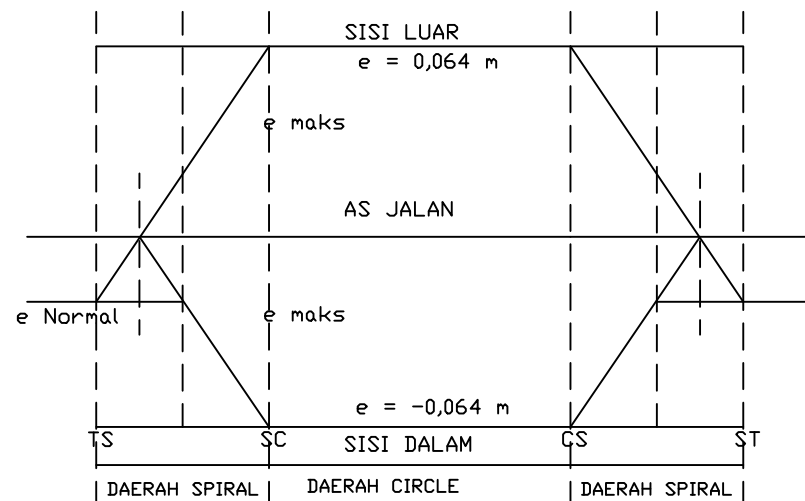
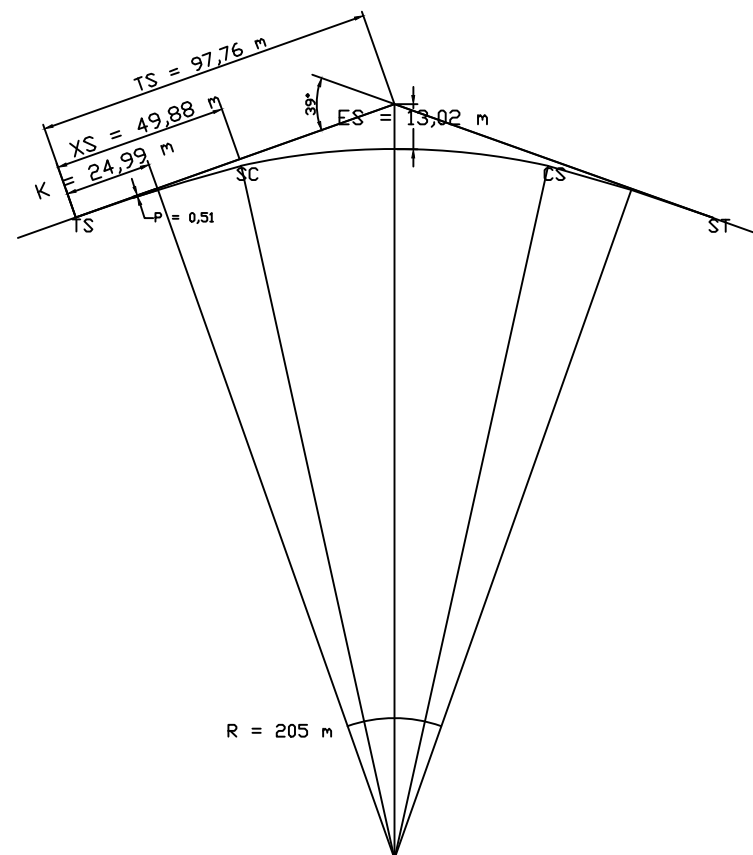


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 5
(S-C-S)



DETAIL TIKUNGAN 6 (S-C-S)

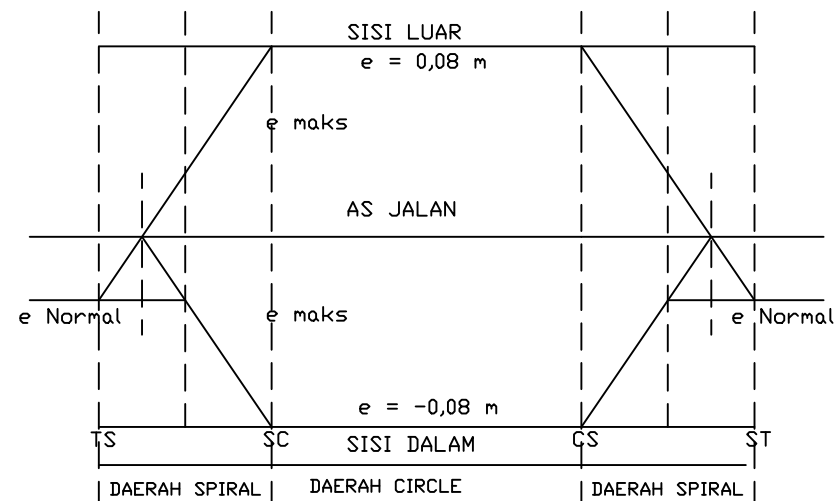
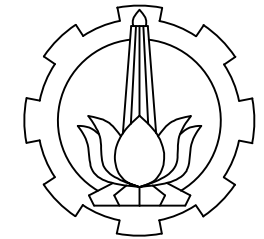


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 6
(S-C-S)



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

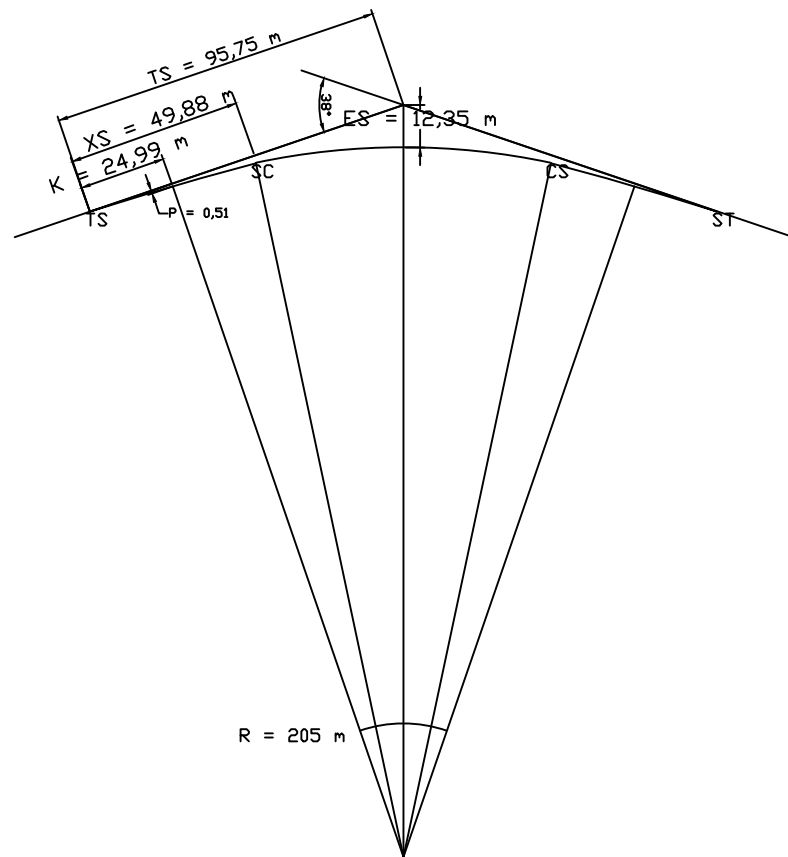
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TIKUNGAN	V = 1 : 200 H = 1 : 200
DIAGRAM SUPERELEVASI	V = 1 : 20 H = 1 : 200
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
7	



DETAIL TIKUNGAN 7 (S-C-S)

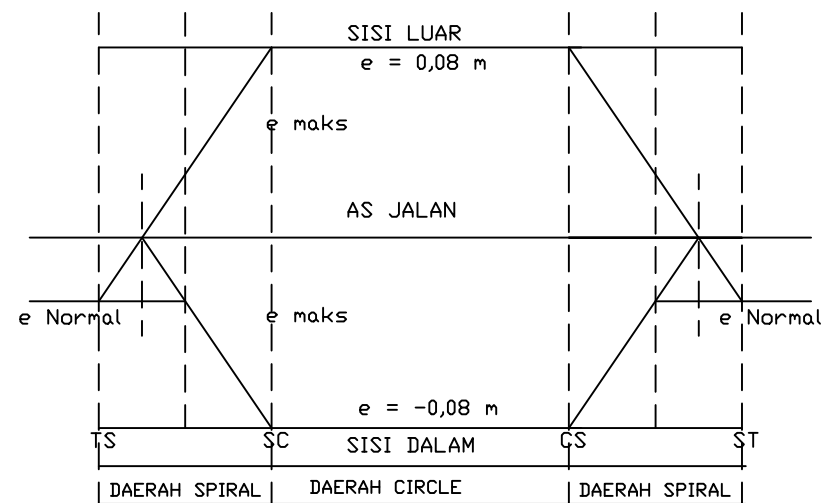
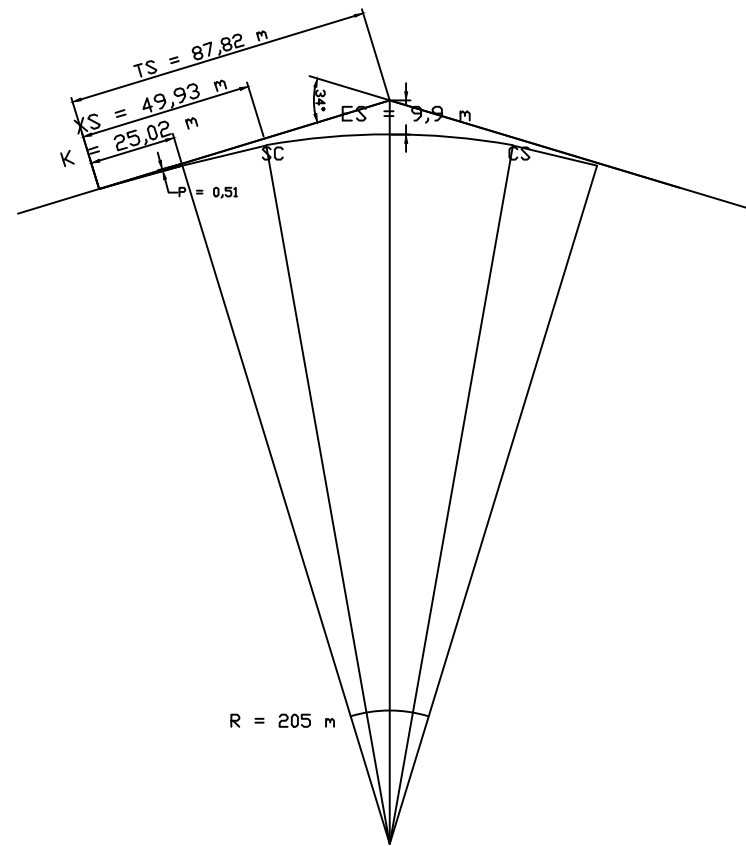


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 7
(S-C-S)



DETAIL TIKUNGAN 8 (S-C-S)

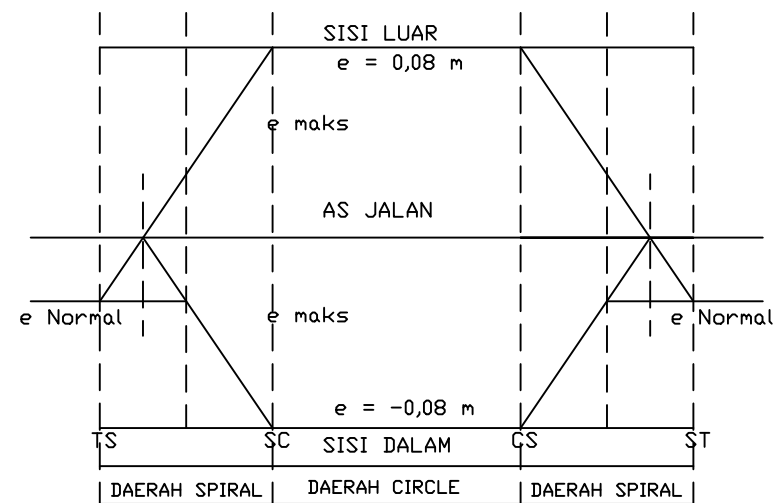
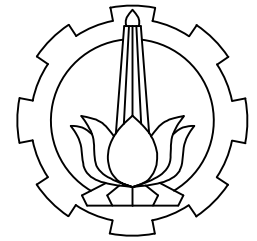


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 8
(S-C-S)



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

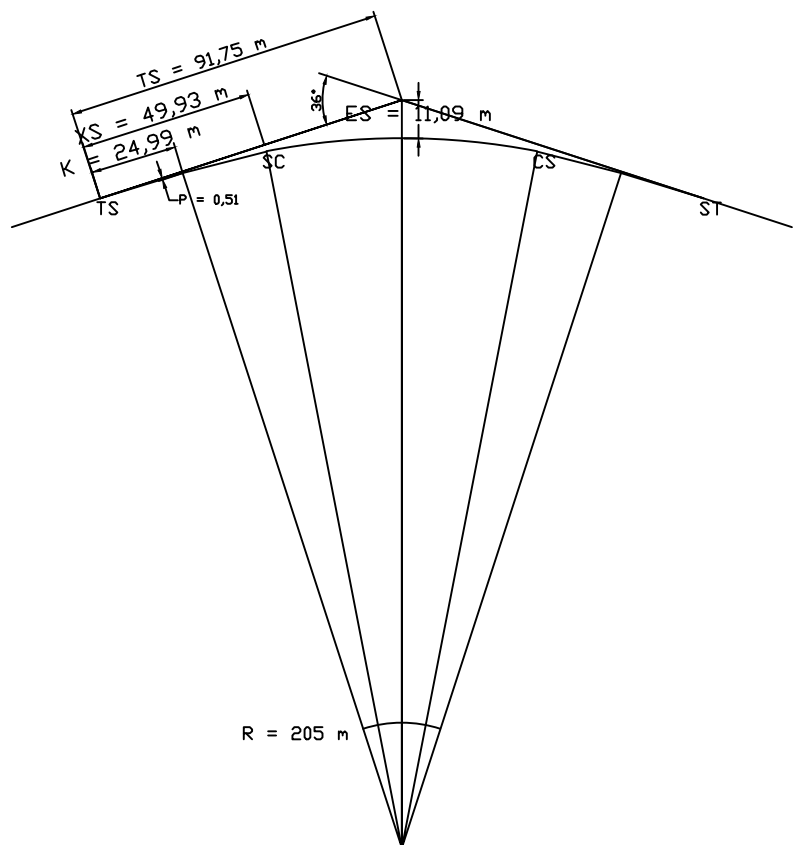
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TIKUNGAN	V = 1 : 200 H = 1 : 200
DIAGRAM SUPERELEVASI	V = 1 : 20 H = 1 : 200
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
8	



DETAIL TIKUNGAN 9 (S-C-S)

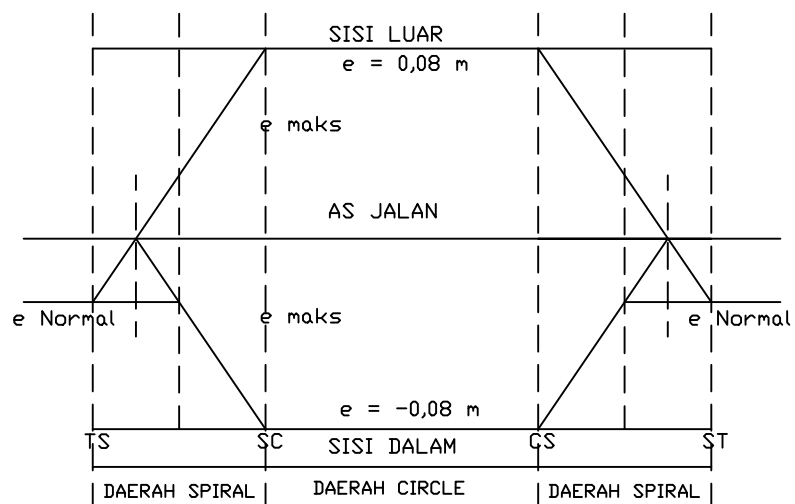
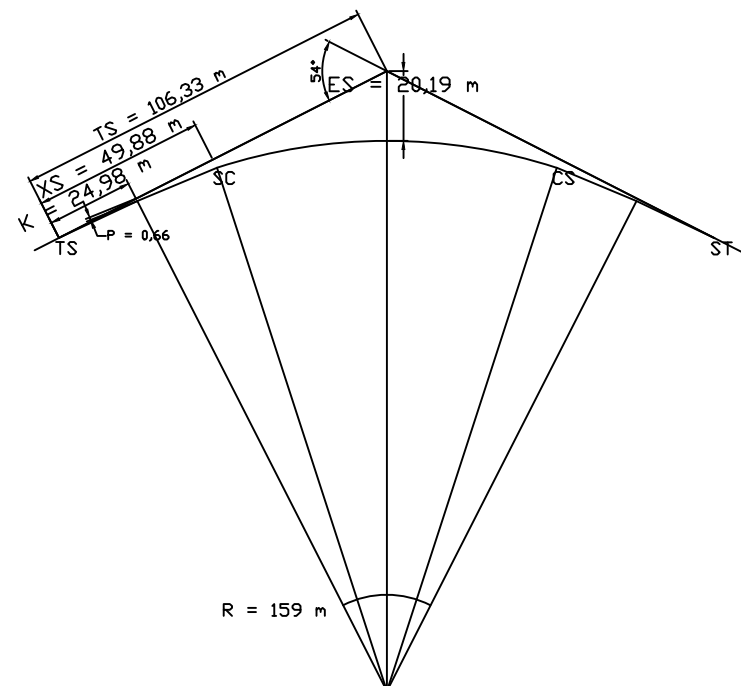


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 9
(S-C-S)



DETAIL TIKUNGAN 10 (S-C-S)

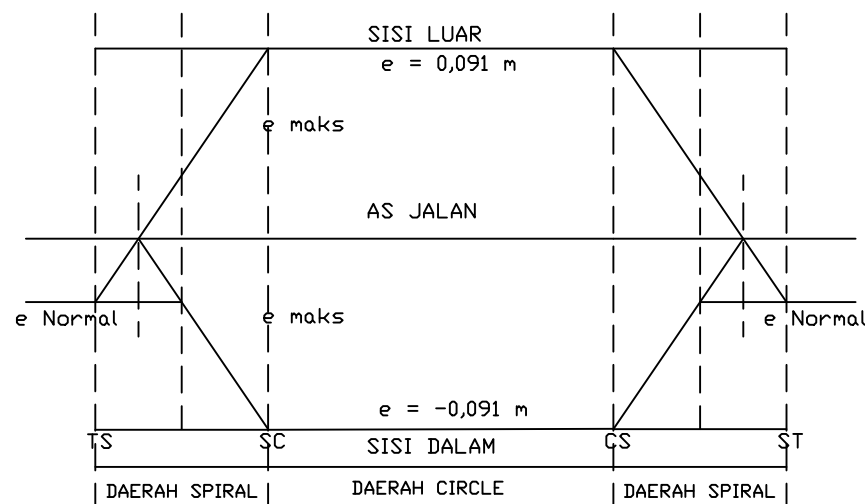
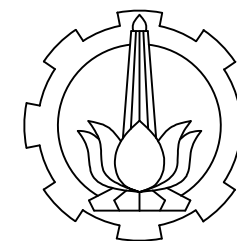


DIAGRAM SUPERELEVASI TIKUNGAN 10
(S-C-S)



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

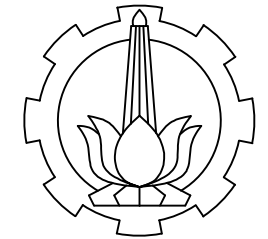
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TIKUNGAN	V = 1 : 200 H = 1 : 200
DIAGRAM SUPERELEVASI	V = 1 : 20 H = 1 : 200
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
9	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

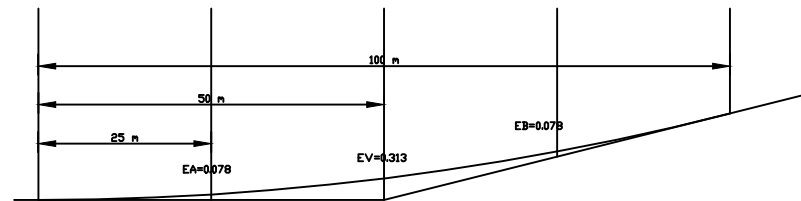
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

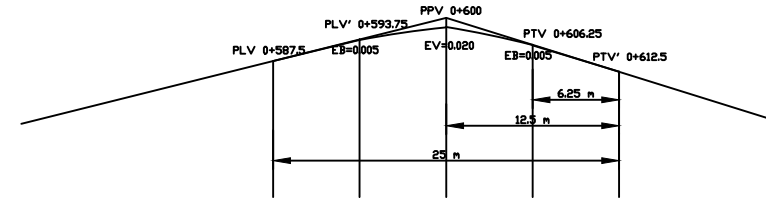
NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

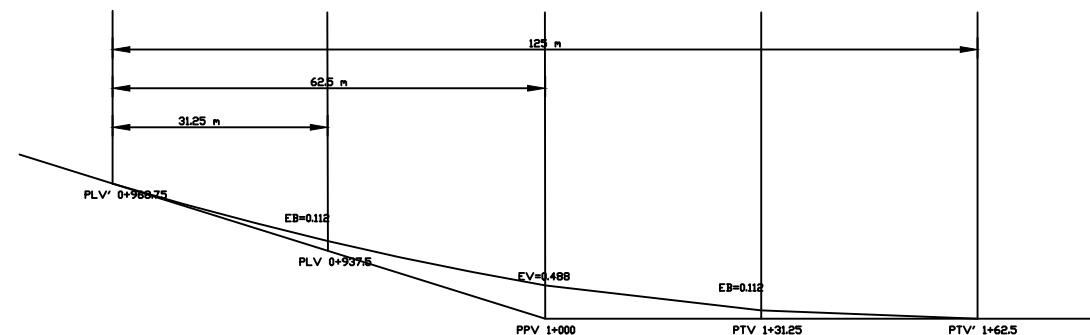
JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL ALINYEMEN VERTIKAL	1: 200
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
10	



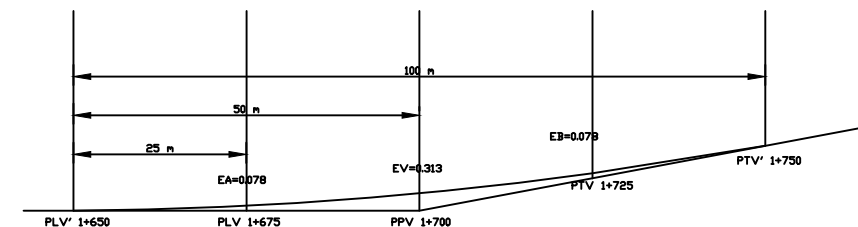
DETAIL ALINYEMEN VERTIKAL PPV 1
Skala 1 : 1000



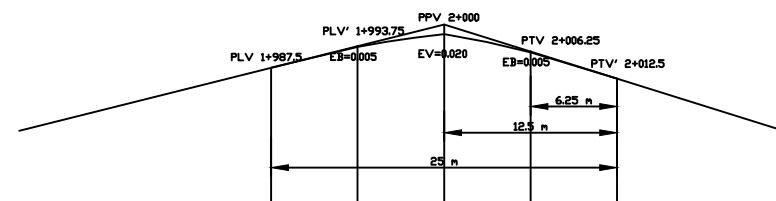
DETAIL ALINYEMEN VERTIKAL PPV 2
Skala 1 : 500



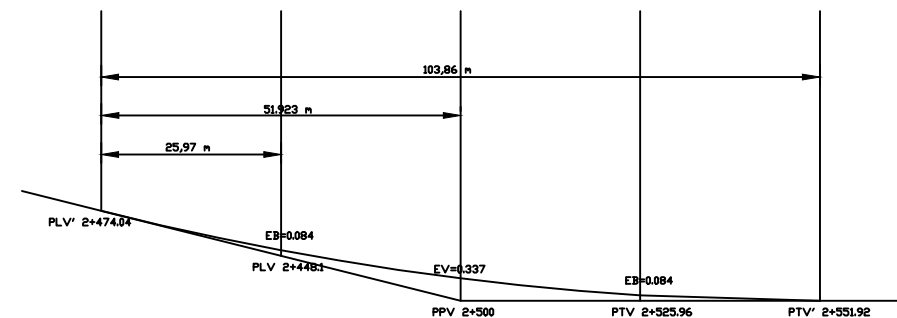
DETAIL ALINYEMEN VERTIKAL PPV 3
Skala 1 : 1000



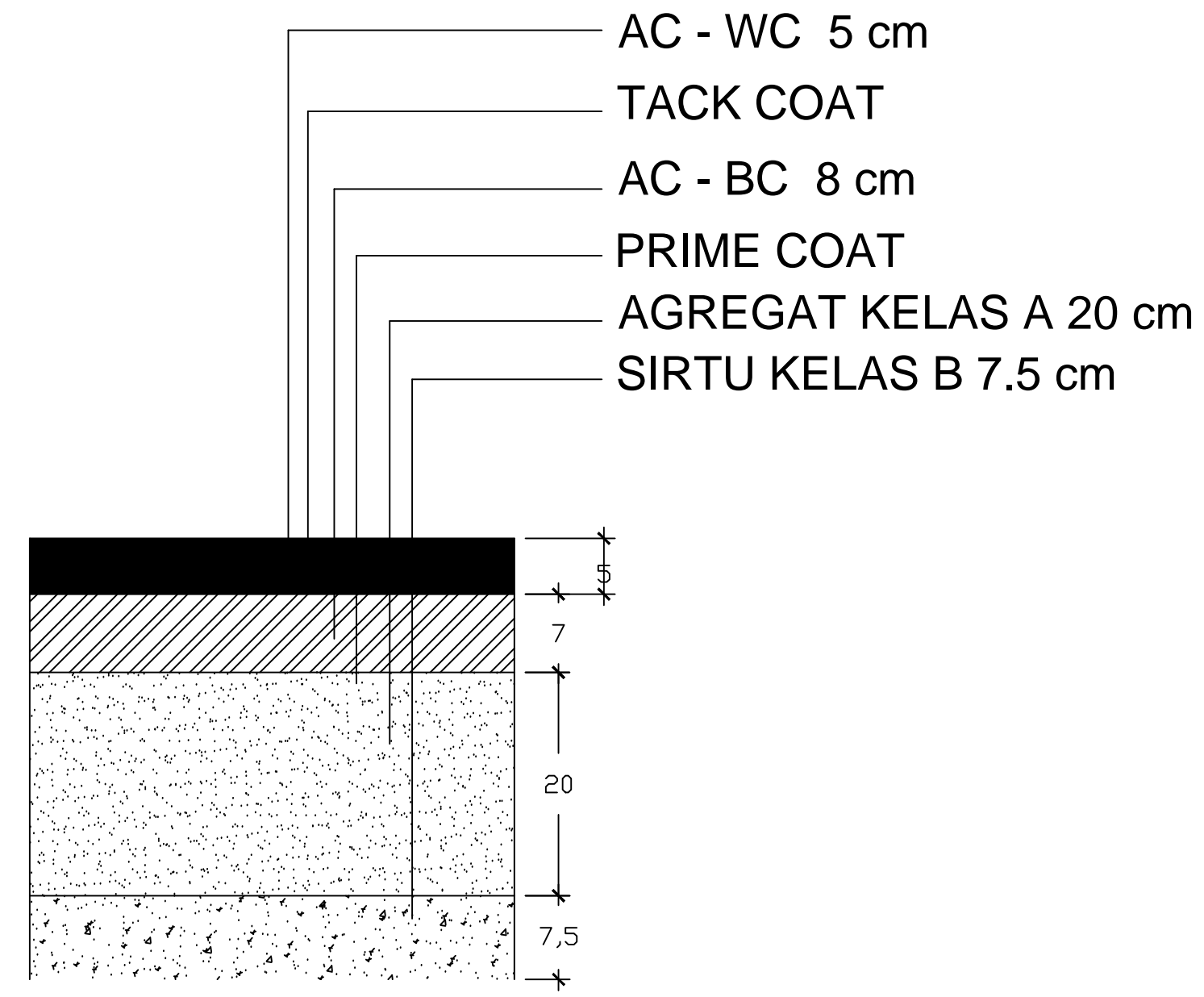
DETAIL ALINYEMEN VERTIKAL PPV 4
Skala 1 : 1000



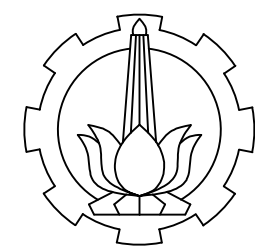
DETAIL ALINYEMEN VERTIKAL PPV 5
Skala 1 : 500



DETAIL ALINYEMEN VERTIKAL PPV 6
Skala 1 : 1000



 **DETAIL STRUKTUR PERKERASAN**
Skala 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

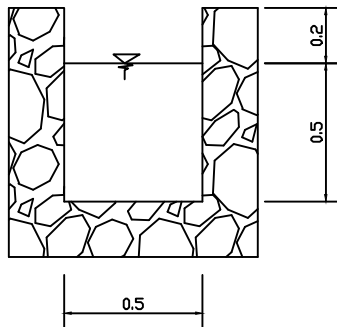
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

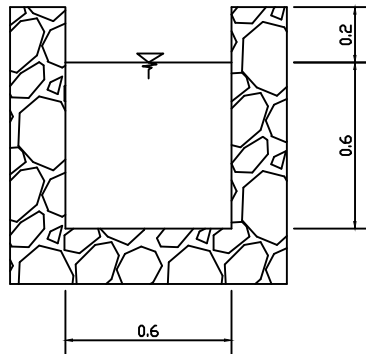
NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

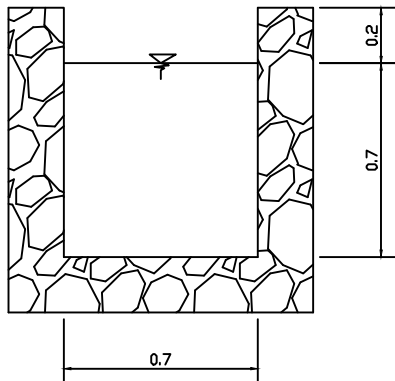
JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL DIMENSI PERKERASAN	1: 25
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
11	



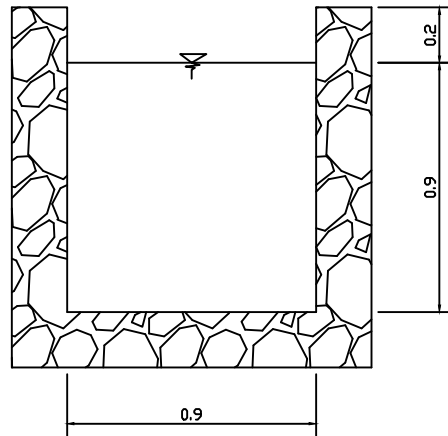
DETAIL DRAINASE TIPE 1



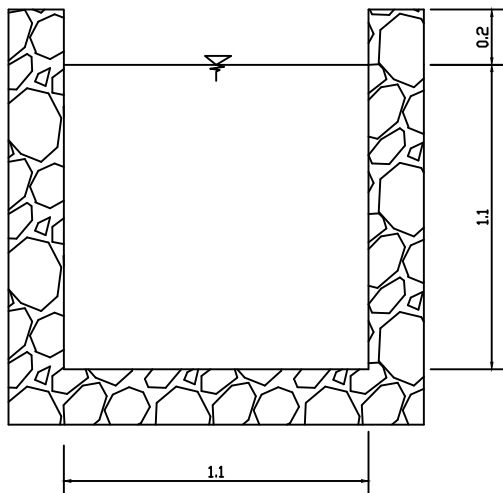
DETAIL DRAINASE TIPE 2



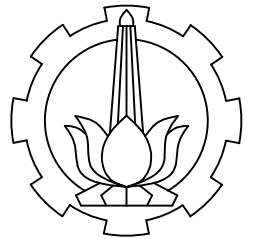
DETAIL DRAINASE TIPE 3



DETAIL DRAINASE TIPE 4



DETAIL DRAINASE TIPE 5



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

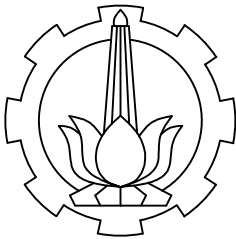
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL DIMENSI DRAINASE	1: 50
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
12	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

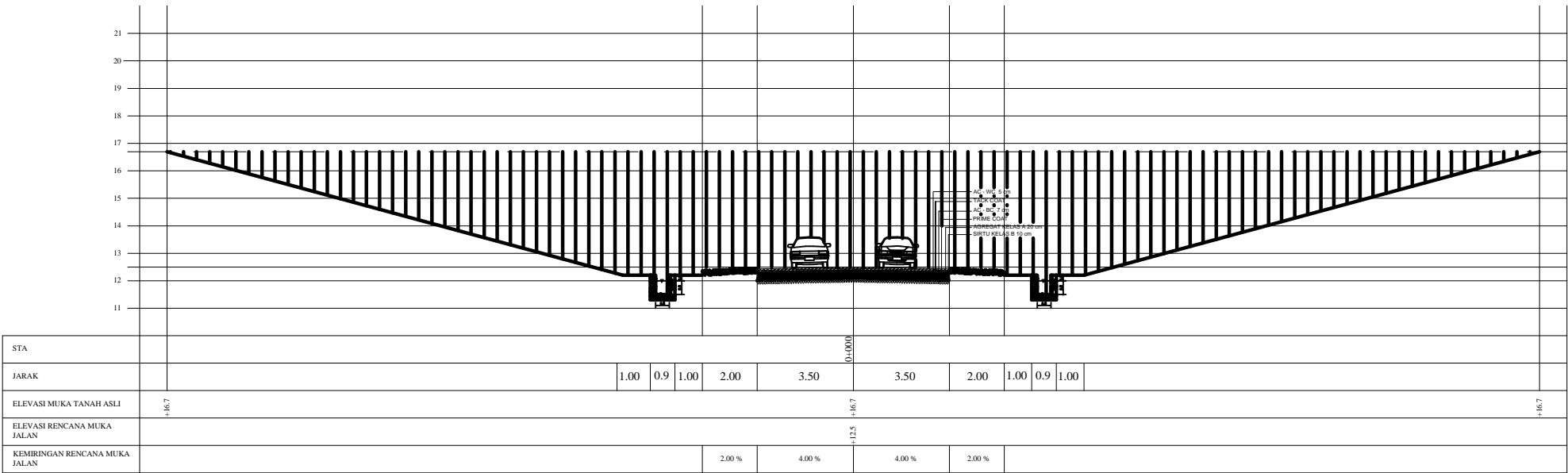
SKALA

POTONGAN MELINTANG
V = 1 : 200
H = 1 : 200

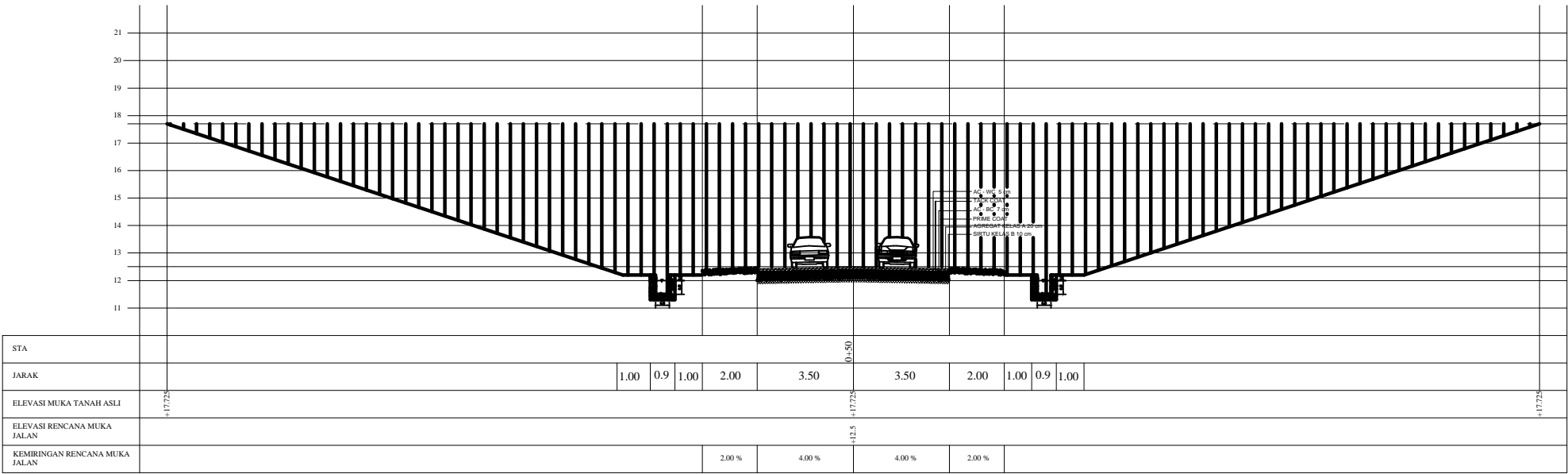
NOMOR GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

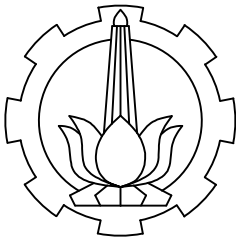
13



DETAIL POTONGAN STA 0 + 000



DETAIL POTONGAN STA 0 + 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

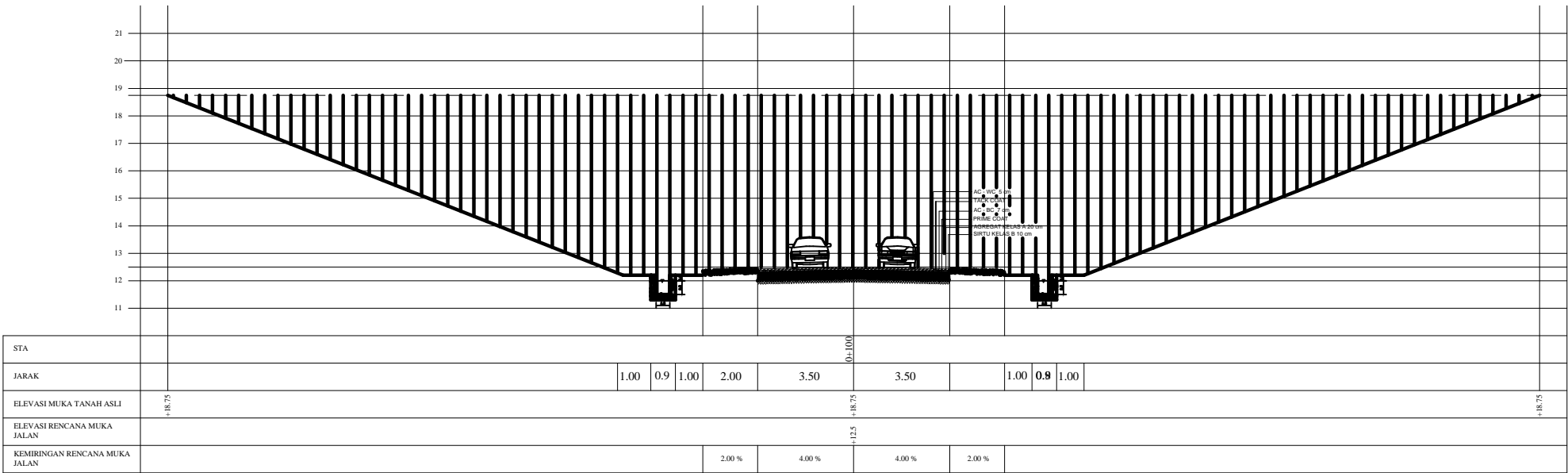
SKALA

POTONGAN MELINTANG
V = 1 : 200
H = 1 : 200

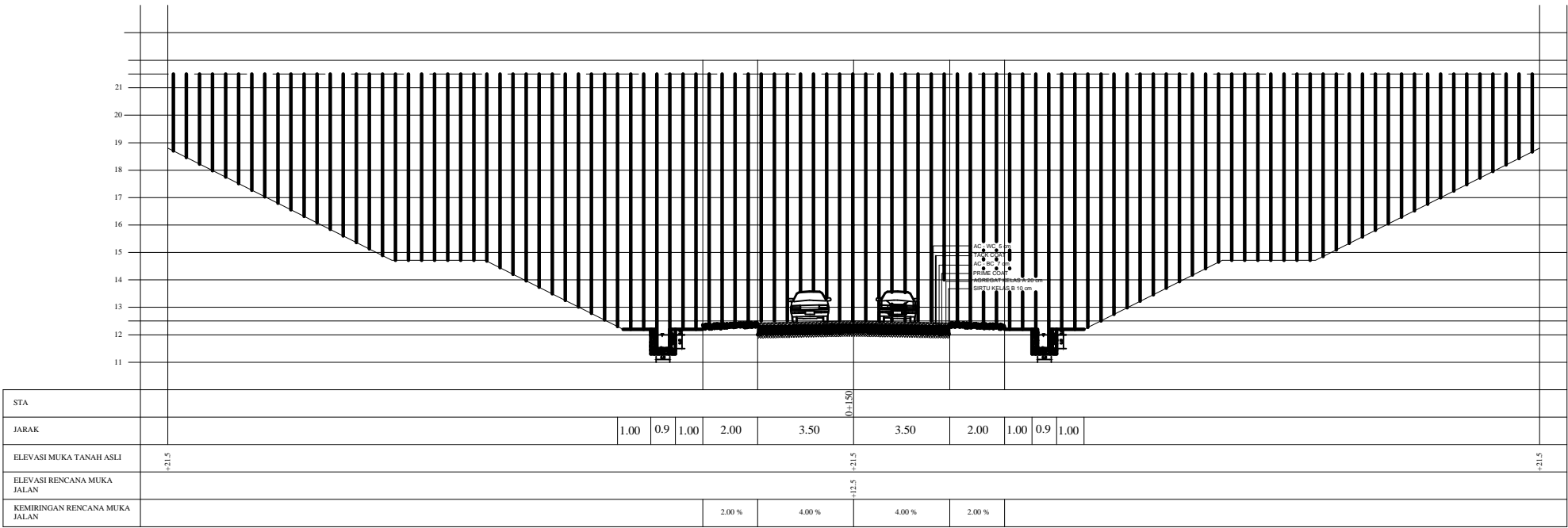
NOMOR GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

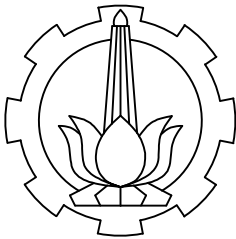
14



DETAIL POTONGAN STA 0 + 100



DETAIL POTONGAN STA 0 + 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

SKALA

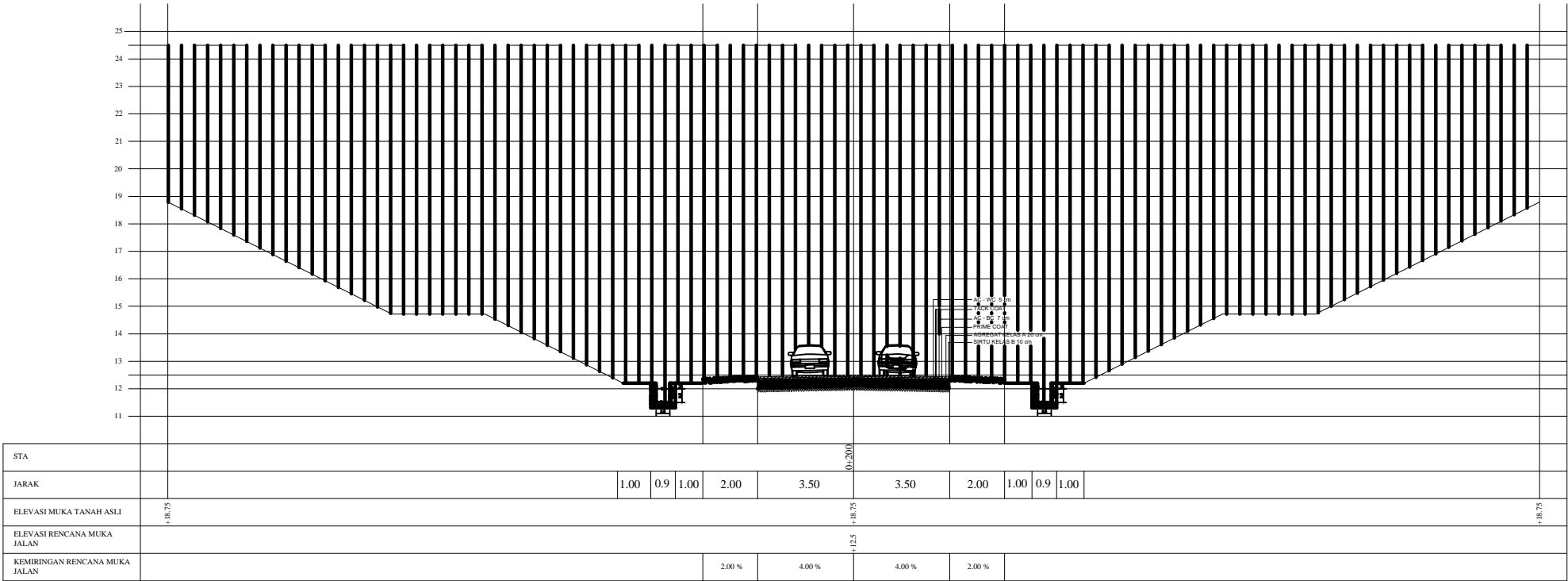
POTONGAN MELINTANG

V = 1 : 200
H = 1 : 200

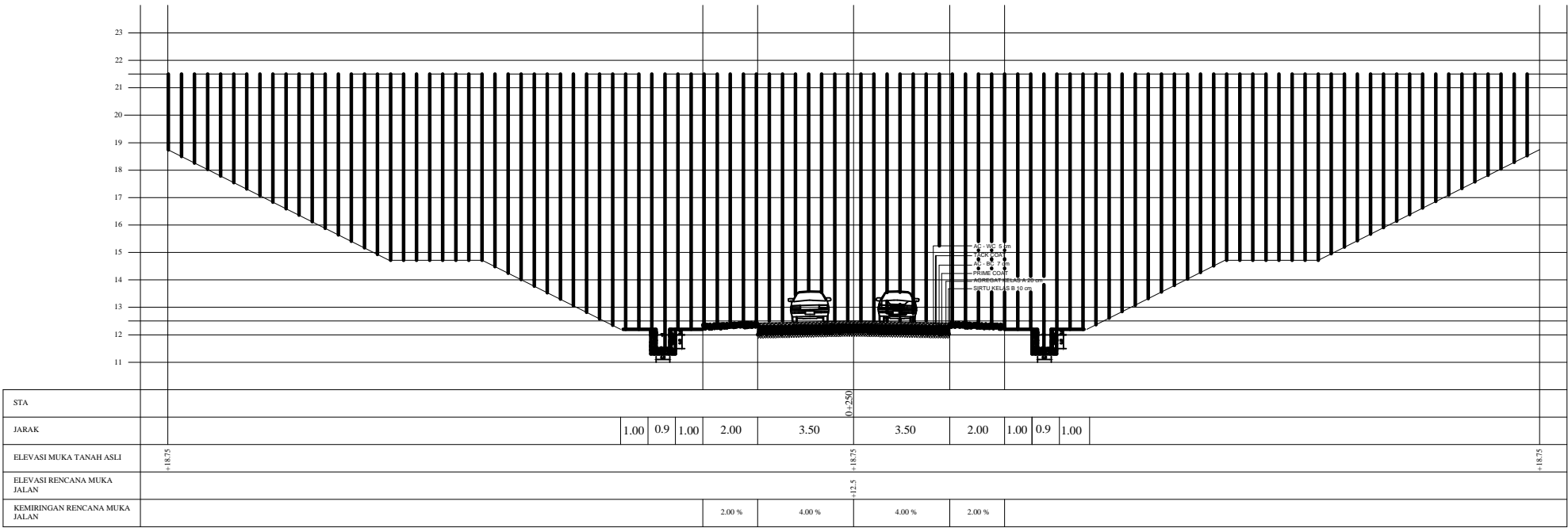
NOMOR GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

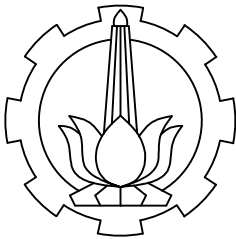
15



DETAIL POTONGAN STA 0 + 200



DETAIL POTONGAN STA 0 + 250



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

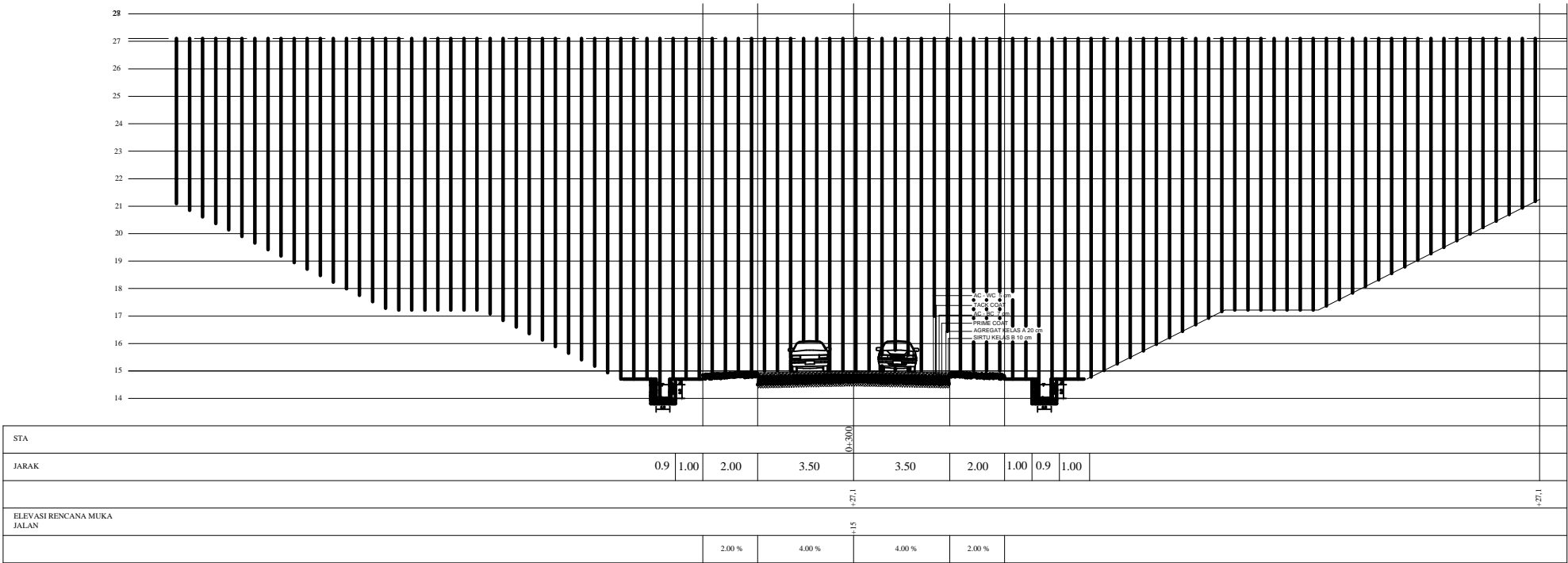
SKALA

POTONGAN MELINTANG
V = 1 : 200
H = 1 : 200

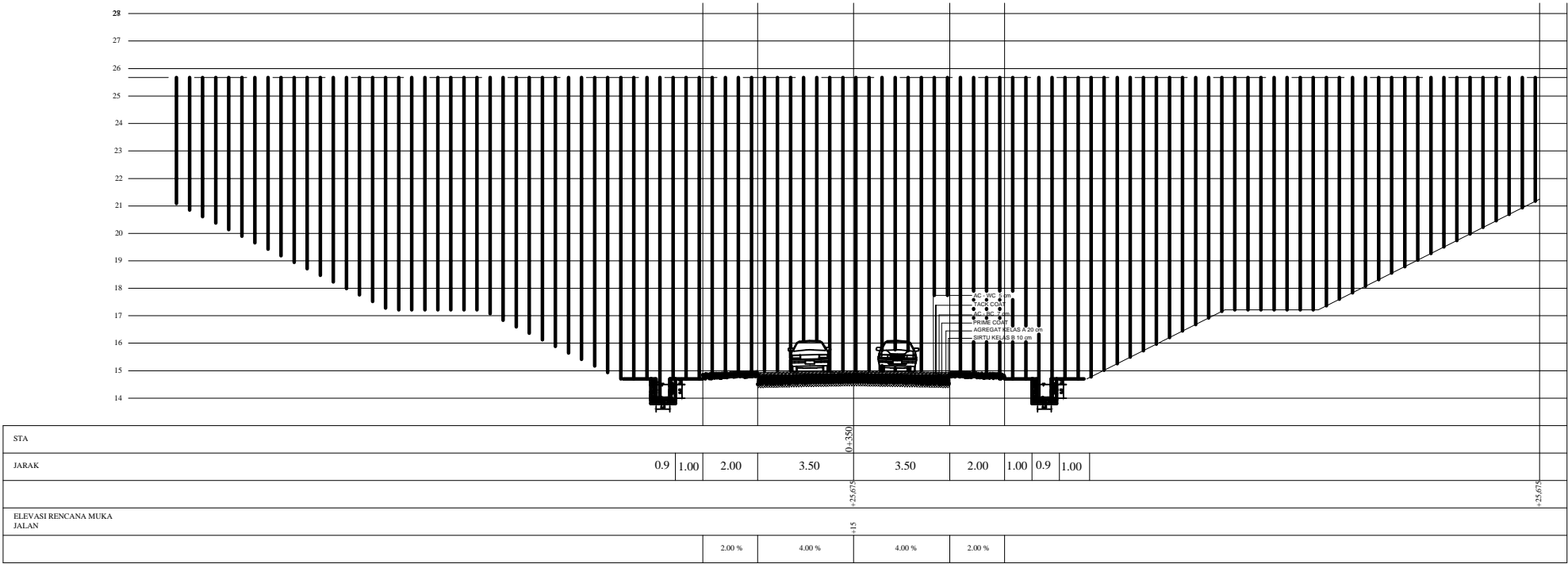
NOMOR GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

16



DETAIL POTONGAN STA 0 + 300



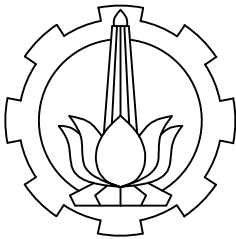
DETAIL POTONGAN STA 0 + 350



**PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR**

17





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR

NAMA MAHASISWA

YAYANG DHERIKA RACHMANIA
10111715000014

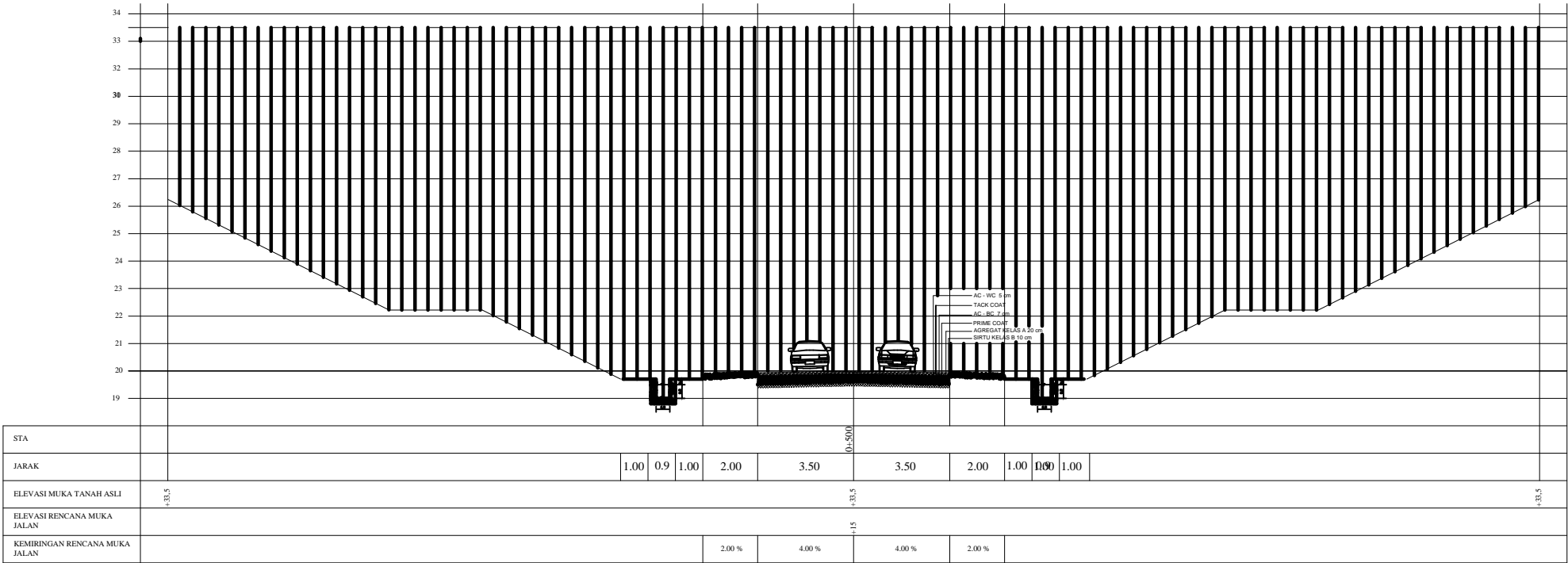
NAMA DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng
NIP. 1971119 198503 1 001

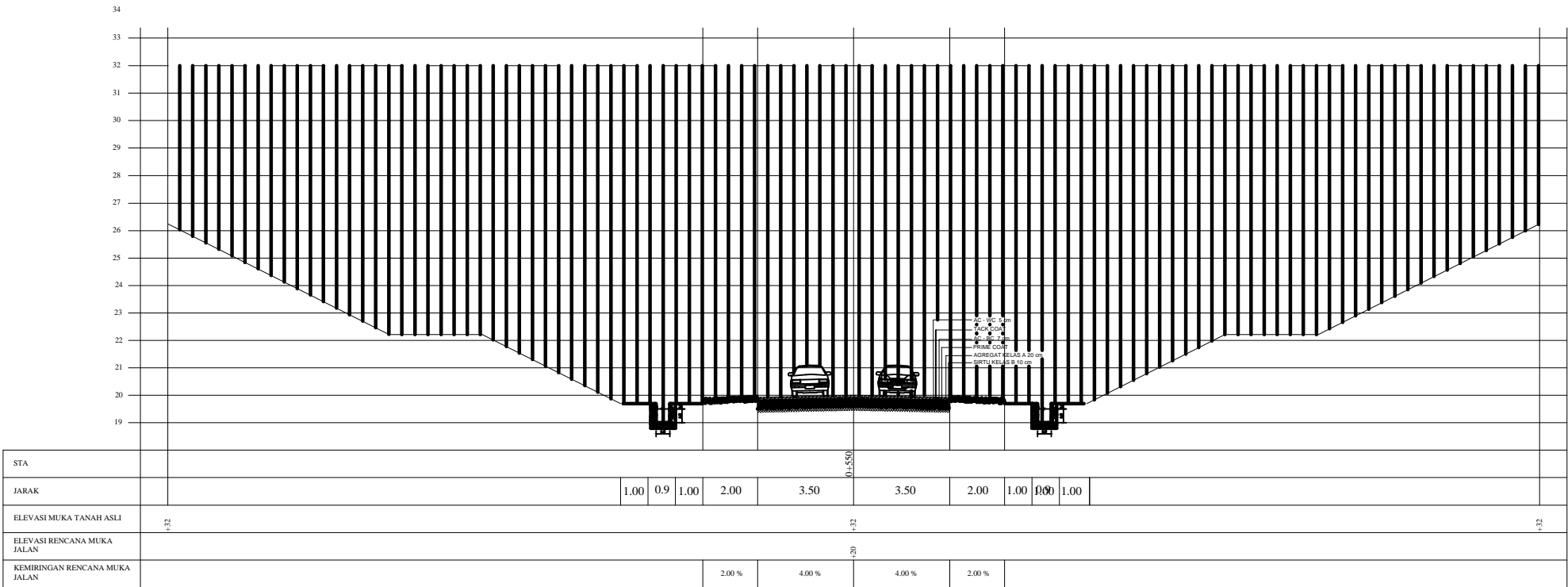
NAMA DOSEN PEMBIMBING 2

KETERANGAN

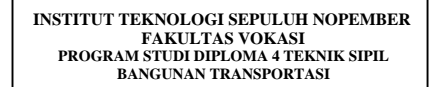
JUDUL GAMBAR	SKALA
POTONGAN MELINTANG	V = 1 : 200 H = 1 : 200
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
18	



DETAIL POTONGAN STA 0 + 500



DETAIL POTONGAN STA 0 + 550



**PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR**

JUDUL GAMBAR	SKALA
POTONGAN MELINTANG	$V = 1 : 200$ $H = 1 : 200$
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR

DETAIL POTONGAN STA 0 + 650



**PERENCANAAN JALAN JALUR
LINTAS SELATAN DESA SINDUREJO -
DESA TUMPAKREJO STA 16+125 S/D
21+125 KABUPATEN MALANG
PROVINSI JAWA TIMUR**

JUDUL GAMBAR	SKALA
POTONGAN MELINTANG	$V = 1 : 200$ $H = 1 : 200$
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
20	

DETAIL POTONGAN STA 0 + 750